Vollständig in vier etwa gleichstarken Lieferungen

Handbuch
der
Pflanzenkrankheiten

Sechster Band

Pflanzenschutz

Verhütung und Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten

herausgegeben von

Prof. Dr. Dr. h. c. O. Appel
Geh. Regierungsrat

IMPERIAL MYCOLOGICAL INSTITUTE
24 FEB. 1937

1. Lieferung, Seite 1—288

Aus dem Inhalt der 1. Lieferung: Die wirtschaftliche Bedeutung des Pflanzenschutzes — Die Aufgaben des Pflanzenschutzes. I. Die Verhütung des Auftretens von Pflanzenkrankheiten und -schädlingen [Hygiene]. A. Kulturmaßnahmen. B. Entseuchungsmaßnahmen. C. Absperrmaßnahmen [Quarantäne]. II. Die Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten und -schädlinge [Therapie]. A. Physikalische Maßnahmen

Mitarbeiter:
Reg.-Rat Prof. Dr. H. Braun / Oberreg.-Rat Prof. Dr. Morstatt
Direktor Dr. E. Riehm / Reg.-Rat Dr. H. Thiem
Oberreg.-Rat Dr. W. Trappmann

VERLAG VON PAUL PAREY / BERLIN
1937

Der Bezug einer Lieferung verpflichtet zur Abnahme des ganzen Bandes
Preis der 1. Lieferung RM 16.20

Vorwort

Als Sorauer im Jahre 1874 sein „Handbuch der Pflanzenkrankheiten" zum ersten Male herausgab, bestand dasselbe aus einem wenig umfangreichen Band, der in einem größeren Teil die Darstellung physiologischer Krankheiten und in einem kleineren die Beschreibung von Krankheiten, die durch Pflanzen hervorgerufen werden, brachte. Wenn auch das Buch dem damaligen Stande der Wissenschaft entsprach, so war es doch, gemessen an unserer heutigen Auffassung, außerordentlich lückenhaft und zeigte deutlich, daß eine planvolle Bearbeitung aller der Fragen, die zur Erhöhung unserer Erträge zu lösen nötig sind, noch nicht vorhanden war.

Die späteren Auflagen zeigten ein getreues Spiegelbild der Kenntnis der Pflanzenkrankheiten und ihrer Entwickelung. Aber bis zur 4. Auflage kann man deutlich erkennen, daß die naturwissenschaftliche Betrachtungsweise im Vordergrund stand. Erst in den letzten 30 Jahren hat man sich allmählich darauf besonnen, daß das Studium der Pflanzenkrankheiten nicht nur ein interessantes wissenschaftliches Problem, sondern vor allem eine wirtschaftliche Notwendigkeit bedeutet. Nachdem dann bei der 3. Auflage auch die tierischen Schädlinge mit in das Handbuch hereingezogen waren, gliederte es sich in drei ungefähr gleichwertige Teile, nämlich den der nichtparasitären Krankheiten sowie den der durch Pflanzen und den der durch Tiere hervorgerufenen Krankheiten und Schädigungen.

Der ganzen Anlage des Werkes nach ist die Darstellung entsprechend den Arbeiten auf diesem Gebiete auch heute noch vom Gesichtspunkte der Naturwissenschaften aus erfolgt, wenn auch mehr und mehr die praktisch wirtschaftliche Seite mit berücksichtigt wurde.

Inzwischen hat sich die Einsicht, die weitschauende Forscher schon seit langem hatten, daß nämlich die Pflanzenkrankheiten sowohl privat- als auch volkswirtschaftlich eine sehr große Rolle spielen, allmählich überall Bahn gebrochen, und daraus hat sich weiter ergeben, daß man sich auch mehr dem Ausbau der Bekämpfungsmaßnahmen zuwandte. Neben der Kenntnis der Ursachen und der Entwicklung der Pflanzenkrankheiten mußten nunmehr auch die Vorbeugung und die Heilung auf eine breitere wissenschaftliche Grundlage gestellt werden. So entstand in den letzten Jahrzehnten eine ganz neue Richtung, die als Pflanzenschutz zu bezeichnen ist. Nach wie vor bildet natürlich die eingehendste Kenntnis der gesunden und kranken Pflanzen die Grundlage aller dahingehenden Bestrebungen; aber mit der Entwicklung der verschiedenartigsten Hilfsmittel zu ihrer Bekämpfung wurden außer Botanik und Zoologie auch die Chemie und die Technik sowie die Kenntnis von gesetzgeberischen und Verwaltungs-Maßnahmen von immer größerer Wichtigkeit.

(Fortsetzung auf der 3. Umschlagseite)

Erster Abschnitt

Die wirtschaftliche Bedeutung des Pflanzenschutzes

Von Oberregierungsrat Prof. Dr. H. Morstatt, Berlin-Dahlem

I. Die Schäden. 1. Art der Schäden. 2. Ermittlung der Schadenswerte. 3. Schadenszahlen. — **II. Kosten der Pflanzenschutzmaßnahmen. — III. Erfolge des Pflanzenschutzes. — IV. Volkswirtschaftliche Bedeutung. — V. Ernteschädenversicherung. — VI. Staat und Pflanzenschutz.**

Unabhängig von einer wissenschaftlichen Umgrenzung des Krankheitsbegriffes bei den Pflanzen hat der Pflanzenschutz die Aufgabe, Ertragsschäden an den Nutzpflanzen auszuschalten oder herabzumindern. Als einer praktischen Maßnahme in der Arbeit des Pflanzenbaues, des wichtigsten Zweiges der Wirtschaft und zugleich ältesten der menschlichen Kultur, kommt dem Pflanzenschutz eine unmittelbare wirtschaftliche Bedeutung selbstverständlich zu. Ist diese wirtschaftliche Bedeutung an sich unbestritten, so muß doch der Nachweis ihres Umfanges den Gegenstand eingehender Untersuchung bilden. Denn gerade als praktische Maßnahme ist die Anwendung des Pflanzenschutzes schlechthin eine Frage der Rentabilität sowohl im Einzelfalle wie für das Ganze der Wirtschaft und den Staat. Für beide richtet sich das Maß der zu leistenden Aufwendungen nach dem möglichen Erfolg und nach der Größe der zu vermeidenden Schäden. So teilt sich der Nachweis der wirtschaftlichen Bedeutung des Pflanzenschutzes in die drei Probleme: die Vorfrage nach der Höhe der regelmäßig oder periodisch auftretenden Schädigungen und die Fragen der Kosten und des Erfolges der Pflanzenschutzmaßnahmen. Am einfachsten sind hierbei naturgemäß die Kosten der Maßnahmen zu berechnen, während die Abschätzung der Schäden, insbesondere der Anteil einzelner Ursachen oder Erreger an ihnen, vielfachen Schwierigkeiten begegnet und schließlich die Erfolge ausgeführter Maßnahmen zwar in der Regel durch Vergleich mit ungehinderter Auswirkung von Schäden einfach und sicher gemessen werden können, sich aber in den Fällen, wo drohende Gefahren von vornherein und vollständig unterdrückt werden, einer genauen Berechnung überhaupt entziehen.

Im Umfang seiner Leistungen hat der moderne Pflanzenschutz längst einen Stand erreicht, auf dem seine wirtschaftliche Bedeutung nicht mehr nur als Angelegenheit des produzierenden Pflanzenbauers anzusehen ist, sondern sich durch Übergreifen auf die Sicherung der Volksernährung und der Ausfuhrproduktion als ein Faktor volkswirtschaftlichen Interesses auswirkt. Auch diese volkswirtschaftliche Leistung ist einer Erörterung zu unterziehen, wenn die Bedeutung des Pflanzenschutzes umfassend gewürdigt werden soll.

I. Schäden

1. Art der Schäden

Die Mißjahre als Ursache von Hungersnöten, von denen die Geschichte berichtet und die durch bessere Kulturmethoden und durch den erleichterten Verkehr in ihren schlimmsten Wirkungen gemildert sind, aber in unentwickelten Ländern auch heute noch mit unverminderter Heftigkeit auftreten, sind Dürrejahre und von unserem Standpunkte aus Folgen der Wachstumsschädigung infolge von Regenmangel. Auch sonst sind die durch atmosphärische Einflüsse hervorgerufenen nichtparasitären Krankheiten nach Umfang und Bedeutung die wichtigsten Pflanzenkrankheiten, wie neben den Dürreschäden die Schäden durch Nässe und Kälte (z. B. Spät- und Frühfröste) zeigen. Außer diesem etwa zwei Drittel aller durchschnittlichen Schäden umfassenden Anteil sind die klimatischen Einflüsse auch noch das wichtigste begünstigende Moment bei der Entstehung der übrigen, durch Pflanzen (parasitische Pilze, Bakterien und Unkräuter) und durch Tiere verursachten Schäden.

Da wir die klimatischen Faktoren nicht regulieren können, ist der Pflanzenschutz hier durchweg auf vorbeugende Maßnahmen angewiesen, die sich auch in diesem Falle am engsten mit den sonstigen Maßnahmen des Anbaues, den Kulturmethoden berühren, und sicher hat die Rücksicht auf Krankheiten und Schäden unbewußt auf die Ausbildung vieler Anbaumethoden entscheidend eingewirkt. Daher ist die Behauptung, daß die Pflanzen durch die Kultur anfälliger gegen Krankheiten und Schädlinge werden, als allgemeine Behauptung durchaus nicht gerechtfertigt[1]).

Um die Bedeutung der pflanzlichen Krankheiten und tierischen Schädlinge ganz allgemein zu veranschaulichen, genügt es, nur wenige Beispiele anzuführen. Es sind hier vor allem die Getreidekrankheiten Rost und Brand und das Mutterkorn zu nennen, von denen die Geschichte oft berichtet, die Krautfäule der Kartoffel, die Schorfkrankheiten des Obstes, die Holzfäulen. Von Insekten gehören zu den schädlichsten die in Verbindung mit Dürrejahren an allen Kulturen verderblichen Heuschrecken, die schon in der Bibel mehrfach erwähnt werden, und die in ihrer Gesamtheit ebenso allgemein gefährlichen Raupen. Gegen größere Wirbeltiere hat der Mensch sich schützen gelernt, aber die Feldmäuse, ebenso von Trockenheit begünstigt wie die Heuschrecken, sind für das gemäßigte Klima oft von ähnlicher Bedeutung. Auf weitere Einzelbeispiele einzugehen, kann hier nicht der Ort sein; sie zu schildern ist der Zweck der übrigen Bände dieses Handbuches. Es sei nur noch gesagt, daß den genannten Beispielen, die die Kulturgeschichte begleiten, zahlreiche andere gegenüberstehen, in denen Großschädlinge gleichzeitig mit ihren Nährpflanzen oder später durch den Verkehr in andere Länder verschleppt wurden. Für Europa gehören hierzu die Mehltaupilze des Weinstockes und der Kartoffel, die bakteriellen Erreger des Wildfeuers bei Tabak und der Fettfleckenkrankheit der Bohnen, die Blutlaus, der Kolorado-

[1]) Näheres hierüber s. Morstatt, H., Über die Frage der Zunahme der Pflanzenkrankheiten. Mitt. Biol. Reichsanst. Nr. 48, 1934, 63—72.

käfer, die Reblaus. Reicher an solchen Einschleppungen ist der nordamerikanische Kontinent; erwähnt seien nur Weymoutskiefernrost, Hessenfliege, Maiszünsler, Schwammspinner, japanischer Käfer, Baumwollkapselkäfer und roter Kapselwurm.

Die erwähnten Beispiele zeigen auch, daß wir, von den witterungsbedingten Schwankungen im Auftreten aller Schädlinge abgesehen, ein stationäres Auftreten mit regelmäßig vorkommenden Schäden und ein periodisches Auftreten, bei dem unmerkliche Schäden mit Jahren der Massenvermehrung nach Art der Epidemien wechseln, unterscheiden können. Haben einerseits die regelmäßigen durchschnittlichen Schäden früher viel zu wenig Beachtung gefunden, so daß ihre Bedeutung nicht erkannt oder unterschätzt wurde, so stellen anderseits die als „Plagen" oder „Seuchen" auftretenden Großschäden den Pflanzenschutz stets vor besonders schwer zu lösende Aufgaben.

Die Schäden aller dieser Krankheitserreger und Insekten sind zunächst Ertragsminderungen, die mengenmäßig wirken, aber sie wirken auch bei jedem Produkt mehr oder weniger qualitätsmindernd[1]). Als Qualitätsschäden im besonderen oder technische Schäden gelten solche, bei welchen wie bei Früchten oder Holz die reine Ernteminderung gegenüber der Qualitätsminderung ganz in den Hintergrund tritt.

Auch in der Art einer Kultur und des von ihr stammenden Produktes liegen wesentliche Unterschiede des Auftretens wie auch der Bekämpfungsmöglichkeit von Schäden. Am deutlichsten sind diese bei Feldkulturen einjähriger Gewächse gegenüber den ausdauernden Baumkulturen, bei denen schon Größe und Wert der Einzelpflanze ein anderes Eingreifen gestatten. Die mit der Intensivierung der Kultur zunehmende Größe der einzelnen Anbauflächen, die auf Neuland lange Zeit übliche Monokultur ohne geregelte Fruchtfolge und das Fehlen andersartiger Gewächse auf weite Flächen bei der Ausbildung der sogenannten Kultursteppe schaffen ebenfalls besondere Bedingungen, welche das Umsichgreifen von Krankheiten und die Vermehrung mancher Schädlinge begünstigen können. Ebenso bedingen naturgemäß Klimaunterschiede ein verschiedenes Auftreten von Krankheiten und Schädlingen. Im jeweiligen Klima sind die an der Grenze der Anbauwürdigkeit stehenden Gewächse besonders gefährdet, wie das Beispiel des mitteleuropäischen Weinbaues zeigt, während kontinentales und Seeklima, gemäßigtes und tropisches Klima ihre eigenen Besonderheiten im Auftreten von Pflanzenkrankheiten zeigen. So ist kontinentales Klima reicher an Bakteriosen und durch besonders rasches Aufflackern von Epidemien ausgezeichnet, während im Tropenklima durch das Fehlen der winterlichen Ruhezeit die Insekten eine größere Rolle gegenüber den Pilzkrankheiten spielen.

2. Ermittlung der Schadenswerte

Die richtige Einschätzung der wirtschaftlichen Bedeutung des Pflanzenschutzes setzt zuallererst eine Kenntnis des Wertes der durch Pflanzenkrankheiten und

[1]) Eine genaue Feststellung und Vergleichung quantitativer und qualitativer Schäden findet sich bei Klemm, M., Schwarzrostauftreten in Deutschland und Südosteuropa im Jahre 1932. Landw. Jahrb. **80**, 1934, 333—351.

Schädlinge eintretenden Verluste voraus.[1]) Nicht nur für die allgemeine Würdigung der Notwendigkeit, Pflanzenschutz zu betreiben, ist die Kenntnis der Größe der Schäden und ihres Verhältnisses zur Pflanzenproduktion wesentlich, sie muß auch die Grundlage bilden für alle Entschlüsse über Aufwendungen an Geldmitteln und Arbeit zur Ausführung von Pflanzenschutzmaßnahmen. Dies gilt sowohl für die jeweiligen Maßnahmen einzelnen Schäden gegenüber, soweit zunächst nur das Interesse des einzelnen Produzenten in Frage steht, wie auch für die im öffentlichen Interesse gelegene allgemeine Förderung des praktischen Pflanzenschutzes und der Pflanzenschutzforschung. Dem Staate fällt hier die Fürsorge nicht nur, wie bei anderen Wirtschaftszweigen, für Unterricht und Ausbildung zu, sondern auch für die Forschungstätigkeit und weitgehend noch für die Aufklärung der praktischen Kreise und ihre tägliche Beratung. Es gibt noch wenige Beispiele für die Ausübung der pflanzenärztlichen Tätigkeit als freien Beruf und auch der Unterhalt der Forschung durch private Organisationen ist nur teilweise, und zwar besonders in den Großunternehmungen der Kolonialländer verwirklicht. Daher ist der Pflanzenschutz auf das Verständnis für seine Bedeutung seitens der Allgemeinheit und der maßgebenden Stellen angewiesen, das durch nichts so einleuchtend geweckt wird als durch genaue Zahlenangaben. Im besonderen können exakte Schätzungen auch Aufklärung über die relative Bedeutung der einzelnen Schädlinge und Krankheiten ergeben und damit dazu führen, daß die wichtigsten Schäden rechtzeitig erkannt und bekämpft werden; ebenso wird dadurch auch die Auswahl der anzuwendenden Verfahren erleichtert, denn hochwertige Kulturen können kostspieligere Maßnahmen tragen, und werden durchgreifende Maßnahmen, auch wenn sie ungewöhnlichen Aufwand erfordern, durch besonders große Schäden gerechtfertigt.[2])

Trotz aller dieser Gründe hat sich die zahlenmäßige Schadensermittlung im kleinen wie im großen nur sehr langsam durchgesetzt. Sie ist für die Einzelberechnung der Bekämpfungsmaßnahmen heute noch zu wenig üblich und auch als Ganzes im Rahmen der Wirtschaftsstatistik erst in wenigen Ländern in Angriff genommen. Die erste ausführlich begründete Gesamtschätzung für die jährlichen Insektenschäden hat Marlatt[3]) in den Vereinigten Staaten im Jahre 1904 zusammengestellt. Seit 1909 ist dann in der Union eine jährliche Statistik aller Schäden an den zehn wichtigsten Kulturen des Landes eingerichtet worden, deren genaue Ergebnisse für die Jahre 1909—1918 mit den Durchschnittszahlen für die Dekade vorliegen.[4]) Für andere Länder ist man auf allgemeine Schätzungen der jährlichen Gesamtverluste angewiesen, die auch mehrfach vorliegen; doch ist

---

[1]) Vgl. hier und im folgenden: Morstatt, H., Die jährlichen Ernteverluste durch Pflanzenkrankheiten und Schädlinge und ihre statistische Ermittelung. Berichte über Landwirtschaft, Neue Folge **9**, 1929, 433—477.

[2]) Auf die Bedeutung des Sammelns gründlicher statistischer Angaben über den mittleren Verlust durch Krankheiten hat indessen schon Schleiden, Die Physiologie der Pflanzen und Tiere, Braunschweig 1850, S. 474, hingewiesen.

[3]) Marlatt, C. L., The annual loss occasioned by destructive insects in the United States. U. S. Dept. Agric., Yearbook 1904, 461—474.

[4]) Valgren, V. H., Crop insurance: risks, losses, and principles of protection. U. S. Dept. Agric., Bull. Nr. 1043, 1922.

die Einrichtung einer Schadensstatistik im Deutschen Reich in Angriff genommen. Hier wurde bisher nur der Umfang der Hagelschäden, für die eine Versicherung besteht, und der Auswinterungsschäden, d. h. genauer der wegen Auswinterung umgepflügten Flächen, statistisch erfaßt. Für einen Sonderfall, die bei dem Saatenanerkennungsdienst der landwirtschaftlichen Körperschaften wegen Krankheiten aberkannten Flächen, werden die Zahlen jährlich von der Biologischen Reichsanstalt zusammengestellt. Neuerdings hat nun zuerst der bayerische Pflanzenschutzdienst Gesamtergebnisse über Schäden der Getreideernte, der Hackfruchternte und der Futtergewächse für 1929 veröffentlicht.[1]) Auch für die Provinz Schleswig-Holstein liegen Zahlen einer genauen Abschätzung der Hauptkulturen für das Jahr 1929 vor.[2])

Der Einrichtung einer zahlenmäßigen Schätzung der jährlichen Ernteschäden hat bisher vielfach im Wege gestanden, daß statistische Erhebungen im Pflanzenschutz sich zunächst im Interesse der Forschung auf das Auftreten von Krankheiten und Schädlingen bezogen und daß man hierbei nicht immer genügend zwischen Befall und Schaden unterschied. Auch allgemeine Einwendungen gegen die Möglichkeit der Durchführung und die erreichbare Genauigkeit einer solchen Statistik wurden laut, die durch das Bestehen der Saatenstandsberichterstattung und der Erntestatistik in den Kulturländern und deren praktische Bedeutung für Wirtschaft und Handel widerlegt sind.

Es ist festzuhalten, daß Befall und Schaden durchaus verschiedene Begriffe sind und daß ebenso ihre Ermittlung verschiedenen Zwecken dient. Stärke des Befalls und Schadensgröße decken sich nur in wenigen Fällen; es kann sich bei allgemeinem Befall durch eine Krankheit oder allgemeinem Auftreten eines Schädlings nur ein geringer Schaden herausstellen, anderseits kann ein nur teilweiser Befall einen relativ großen Teil der Ernte vernichten. Die Art des Schädlings oder die Krankheitsursache, die befallenen Organe der Pflanze und der Zeitpunkt des Befalls spielen hierbei eine große Rolle. Insbesondere kann die Witterung während und nach dem Befall die Schädigung weitgehend ausgleichen.[3])

Die Ermittlung des Befalls, d. h. des Auftretens von Krankheiten und Schädlingen, kann zwar ebenfalls nach statistischen Methoden vorgenommen werden (*biometrical method* der Amerikaner); sie dient aber nur der epidemiologischen Forschung und hat als Hauptzweck die Voraussagung von Schäden. Die Schadensschätzung hat dagegen eine praktisch-wirtschaftliche Aufgabe und soll die tatsächlich eingetretenen Schäden zahlenmäßig angeben. Daher findet bei ersterer, ähnlich wie bei der Saatenstandsberichterstattung, meist nur eine Bewertung nach Graden statt, deren Bedeutung für den Einzelfall festgelegt werden muß. So wird z. B. in Deutschland für die monatlichen Beobachtungen während der Vegetationszeit ein Schema verwendet, das den 5 Gruppen der

---

[1]) Korff und Böning, Bericht über das Auftreten von Krankheiten und Schädlingen usw. Prakt. Bl. f. Pflanzenbau und -schutz **7**, 1929, Heft 7 u. 9.

[2]) Wie hoch schätzt die Praxis die durch Pflanzenkrankheiten und -schädlinge bewirkten Ertragsausfälle? Landw. Wochenblatt für Schleswig-Holstein **80**, 1930, 174—176.

[3]) Beispiele s. Reh, L., Düngung und Insektenbefall. Ztschr. angew. Entom. **3**, 1916, 127—133.

Saatenstandsberichterstattung (1 = sehr gut, 2 = gut, 3 = mittel, 4 = gering, 5 = sehr gering) entspricht:

1 =	0	befallene	Pflanzen =		ohne	Befall =	keine	Schädigung
2 =	1— 5%	,,	,, =	schwacher	,,	=	schwache	,,
3 =	5—10%	,,	,, =	mittlerer	,,	=	mittlere	,,
4 =	11—20%	,,	,, =	starker	,,	=	starke	,,
5 =	über 20%	,,	,, =	sehr	,,	,, =	sehr ,,	,,

Man ersieht daraus, daß dieses Schema nur dann gilt, wenn die Pflanze oder ihre zu erntenden Teile durch den Befall ganz vernichtet werden; wird sie aber durch ihn nur geschwächt, so entsprechen höheren Befallsgraden niedrigere Schadensgrade. In letzterem Falle gilt auch der Befund nur für den jeweiligen Zeitpunkt der Beobachtung, und es kann bis zur Ernte noch eine Erholung der Pflanzen oder eine Zunahme der Schädigung eintreten.

Die Gruppen der deutschen Saatenstandsberichterstattung gestatten keine prozentuale Umrechnung und daher keine Beziehung auf den zahlenmäßigen Ertrag. In der „Anleitung zur Bestimmung und Bewertung der wichtigsten Schädigungen der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen" (3. Aufl. Berlin, Biolog. Reichsanstalt 1933) sind daher die Schätzungsmethoden für die Stärke des Auftretens und für den Anteil am Ernteverlust bei den einzelnen Krankheiten und Schädlingen jeweils besonders angegeben. Um direkt statistisch brauchbar zu sein, müßte der Schadensgrad in Prozenten der zu erwartenden Ernte angegeben werden. Daher besteht z. B. in den Vereinigten Staaten seit 1916 eine prozentuale Schätzung des Saatenstandes[1]), die eine Ernteberechnung ermöglicht und in die sich eine Schätzung der Einzelschäden leicht einschalten läßt, deren Genauigkeit dann durch die Ergebnisse der Ernteermittlung kontrolliert werden kann. Bei dieser prozentualen Schätzung, die das Verhältnis der Ernteerwartung zu einem normalen Ernteertrag angibt, ist nur noch die Frage entscheidend, was man als Norm, als 100%, voraussetzt. In der deutschen Statistik ist der Normalernteertrag die theoretisch zu erwartende Ernte, die bei sachgemäßer Bewirtschaftung ohne starke Beeinflussung durch Witterung, Krankheiten und Schädlinge erzielt wird. In den Vereinigten Staaten gilt als 100% ein Stand, der eine normale Ernte verspricht, wenn keine Veränderung eintritt und er sich bis zur Ernte erhält. Als normale Ernte wird die Ernte in guten Jahren im Mittel großer Gebiete zugrunde gelegt. Als unbeschädigte Ernte betrachtet man dagegen eine Ernte, die 10% über normal, d. h. über der guten Ernte, liegt.

Das Internationale Landwirtschaftsinstitut in Rom[2]) rechnet dagegen als 100% einen Stand, der eine normale Ernte verspricht, wenn keine außergewöhnlichen Ereignisse eintreten, und nimmt als normale Ernte den Durchschnitt der letzten 10 Jahre. Die regelmäßig eintretenden nachträglichen Änderungen des Vegetationsstandes, z. B. im Klima begründete Trockenheit oder ständig auftretende Schädlinge, werden dabei berücksichtigt. Die Schätzung 105, 110, 90 usw. drückt dann die Prozente des zu erwartenden Ertrages aus.

---

[1]) S. auch Stevens, N. E., Some significant estimates of losses from plant diseases in the United States. Phytopathology **23**, 1933, 975—984 (mit Beispielen der genauesten bisher vorliegenden Schätzungen).

[2]) Ricci, U., Les bases théoriques de la statistique agricole internationale. Rome 1914.

Der Prozentsatz der Ertragsverluste wird nun bei diesen Schätzungen im Einzelfalle so berechnet, daß das tatsächliche Ernteergebnis in Gewicht = 100 gesetzt wird. Dazu addiert man den geschätzten Verlust, nimmt also die Menge, die ohne den eingetretenen Verlust erzielt worden wäre, und berechnet nun aus dieser den Prozentsatz. Beträgt z. B. der Ertrag 100 kg und der geschätzte Verlust 25 kg, so ist der Prozentsatz nicht = 25, sondern 20 nach der Formel $125 : 25 = 100 : x$; $x = 20$.

Ebenso wird der Verlust auch berechnet, wenn mehrere Schädigungen zusammentreffen. Auch hier geht man von dem ohne diese erreichten Gesamtertrag aus und errechnet aus diesem den prozentualen Anteil der einzelnen Schädigung.

Ein anderes ähnliches Schema liegt z. B. dem amerikanischen monatlichen Meldedienst über das Auftreten der 10 wichtigsten Insekten zugrunde.[1]) Hier wird die Häufigkeit des Auftretens in 6 Grade nach Prozenten eingeteilt und versucht, das Auftreten und die Schädigung mit einem für alle Fälle gültigen Ausdruck zusammenzufassen.

Dabei bedeutet:

0	kein Auftreten,
1— 20 %	vereinzeltes Auftreten ohne merklichen Schaden,
21— 40 %	mäßig zahlreiches Auftreten mit geringem Schaden,
41— 60 %	zahlreiches Auftreten, alle Pflanzen befallen, starker Schaden,
61— 80 %	sehr zahlreiches Auftreten, alle Pflanzen sehr stark befallen und geschädigt, geringer Ertrag,
81—100 %	Ertrag völlig vernichtet.

Auch diese Schätzung dient in der Hauptsache noch epidemiologischen Zwecken und gibt nur eine ungefähre Bewertung von Einzelschäden. Die eigentliche Schadenschätzung muß dagegen den Anteil des einzelnen Schädigers am endgültigen Ernteverlust in Prozenten des Ertrages angeben. Sie muß wenigstens den Bezirk, auf den sich die Schätzung erstreckt, die Anbaufläche, die durchschnittliche Erntemenge und den Prozentsatz der Einzelschäden enthalten. Weitere Zahlen, wie ha-Erträge oder Schadenswerte lassen sich daraus leicht errechnen.

Eine einfache jährliche Schätzung, die keine Erntemengen angibt und daher noch keine Berechnung der Schadenswerte gestattet, enthält wie die oben erwähnten bayerischen Berichte, nur Angaben für die einzelnen Kulturen nach folgendem Schema:

Schäden in % der Erntemengen

	Krankheiten	Schädlinge	Witterungseinflüsse	Gesamtausfall
Flächeneinheiten (Bezirke usw.)				
Durchschnitte für die Gesamtfläche (Land usw.)				

Abb. 1

[1]) Hyslop, J. A., A monthly survey report. Journ. econ. entomol. **20**, 1927, 717—725.

Die Schadenschätzung des amerikanischen *Crop Reporting Service* gibt bei einer Einteilung des Landes in 6 Klima- und Wirtschaftsbezirke die Schäden in Prozenten des normalen Ertrages für die 10 Hauptkulturen (Mais, Weizen, Hafer, Gerste, Reis, Leinsaat, Kartoffeln, Tabak, Heu, Baumwolle) nach dem sehr eingehenden Schema:

Durchschnittlicher Jahresausfall in % der normalen Ernte bzw. durchschnittlicher Jahresausfall in Gewicht, bzw. Jahresausfall in Geldwert

	Gesamtausfall	Ungünstige Witterungseinflüsse								Pflanzenkrankheiten	Schädliche Insekten	Schädliche Wirbeltiere	Sonstige und unbekannte
		Trockenheit	Nässe	Überschwemmung	Frost	Hagel	Heiße Winde	Stürme	Sonstige, einschl. Auswinterung				
Kultur und Bezirk bzw. Jahr													
Durchschnitt bzw. Summe													

Abb. 2.

Eine Aufstellung in ähnlicher Ausführlichkeit, die außerdem noch die Anbauflächen, die Durchschnittsernten und den Geldwert der Ernten angibt, ist für den Spezialfall des Auftretens von Tabakkrankheiten in Bayern für 1927 und 1928 veröffentlicht.[1]) Sie folgt dem nachstehenden Schema.

Ernteverlust durch Krankheiten im Jahre ....

Beobachtungsstelle	Größe der Anbaufläche	Durchschnittliche Jahresernte	Geldwert	Verluste durch .... in % und in Geldwert	Gesamtverlust
Summen und Durchschnitt					

Abb. 3.

[1]) Bericht über das Auftreten von Krankheiten und Schädlingen am Tabak im Jahre 1927. Prakt. Bl. f. Pflanzenbau u. -schutz **5**, 1928, 280—285. — Böning, K., Krankheiten des Tabaks. Arb. Bayer. Landesanst. Pflanzenbau Heft 4 (1928). — Böning, K., Weitere Beiträge zur Kenntnis der Krankheiten des Tabaks. Ebenda, Heft 8, 1929. — In ähnlicher Weise sind inzwischen auch die Ertragsverluste durch die Obstmade für ein beschränktes Gebiet genau bearbeitet worden; s. Klemm, M., Beitrag zur Ermittlung der durch die Obstmade *(Carpocapsa pomonella L.)* verursachten Ernteverluste an Äpfeln. Nachr.-Bl. f. d. D. Pfl.schutzdienst **16**, 1936, Nr. 6.

Über eine beachtenswerte Anwendung der statistischen Methode berichtet Ostermayer[1]), der 1903—1911 in Mähren 451 aus großem Material ausgewählte Getreidebestände beobachtete und die untersuchten Fälle durch Ergänzung aus den Nachbarländern 1917—1932 auf 1098 vermehrte.

Er teilte den Befallsfaktor in 4 Grade ein (1 = besonders reine und gute Bestände ohne Ausfall, 2 = geringer Befall, 3 = verstärkter Befall, 4 = hochgradige Verseuchung) und errechnete den mittleren Körnerausfall (Minderertrag) in Prozenten bei Grad 1 zu 2—4, bei 2 zu 17,8, bei 3 zu 23,7 und bei 4 zu 34,9%. Als mittleren Strohausfall ergaben sich bei 2 20,3, bei 3 25,0, bei 4 40,6%. Untersucht wurde dabei der Einfluß des Standortes als mittleren Befallsfaktors, sodann im einzelnen der Einfluß von Klima, Boden, Fruchtfolge und verschiedenen Kulturmaßnahmen, wie Bodenbearbeitung, Düngung, Saatzeit. Aus der Arbeit ergibt sich die Bedeutung des Standortsoptimums für Ertragshöhe und Auftreten von Krankheiten.

Damit ist der Weg für den Ausbau einer allgemeinen Statistik der Ernteschäden vorgezeichnet, und es ist bei der gegenwärtigen Entwicklung des Pflanzenschutzes kein Zweifel, daß in naher Zukunft auch andere Länder ihn beschreiten werden und daß man so dem Ziel einer Weltstatistik näher kommen wird.

Die grundsätzliche Trennung der Erhebungen in Schadenschätzungen durch den landwirtschaftlichen statistischen Dienst und in epidemiologische Erhebungen über Auftreten von Krankheiten und Schädlingen wird sich praktisch niemals rein durchführen lassen, da den Saatenstands- und Ernteberichterstattern die erforderliche Kenntnis der Schadenserreger und der Pflanzenkrankheiten fehlen wird. Daher kann eine Ausbildung dieser Statistik nur durch Zusammenarbeit des statistischen Apparates mit dem Pflanzenschutzdienst erreicht werden.[2])

Die absolute Richtigkeit der Zahlen einer solchen Statistik unterliegt natürlich denselben Fehlerquellen wie jede ähnliche Erhebung. Eine relative Verläßlichkeit wird dagegen sehr bald erreicht, wenn die Berichterstattung einige Jahre lang nach denselben Grundlagen und Methoden durchgeführt wird, zumal die Schadenszahlen jederzeit in Beziehung zu den Ergebnissen der Erntestatistik gesetzt werden können.

Für den Pflanzenschutz ist die Aufstellung dieser Statistik schon durch die allgemeinsten Gesichtspunkte gerechtfertigt: sie gibt einen Einblick in die Abhängigkeit der Ernteschwankungen von den unmittelbaren Einflüssen der Witterung und den Schäden durch Krankheiten und Tiere, und sie klärt vor allem über die Höhe der Schäden, über die sonst nur ganz unklare Vorstellungen bestehen können, auf und beweist damit augenfällig die Notwendigkeit des Pflanzenschutzes. Aber auch die Erfolge des Pflanzenschutzes müssen sich mit der Zeit in der Ertragsstatistik auswirken, und jedenfalls wird die Bekämpfung wichtiger Großschädlinge den Jahresdurchschnitt der Ernten heben.

3. Schadenszahlen

Gesamterhebungen, wie die erwähnte amerikanische, bestehen bisher noch in keinem anderen Lande. Man ist daher anderwärts auf allgemein gehaltene

[1]) Ostermayer, A., Statistische Studien über das Auftreten und die Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten. Prakt. Blätter f. Pflanzenbau u. -schutz **12**, 1934, S. 61—71.

[2]) Die Organisation des Meldedienstes behandelt ausführlicher Böning, K., Der pflanzenschutzliche Beobachtungs- und Meldedienst und seine Aufgaben in der Erzeugungsschlacht. Prakt. Bl. f. Pflanzenbau u. -schutz **13**, 1936, 330—338.

Schätzungen angewiesen und hat solche auch in einigen Ländern schon aufgestellt. Nach den Ergebnissen der amerikanischen Erhebungen schwankt der Gesamtausfall an Erntemengen im zehnjährigen Durchschnitt bei den einzelnen Kulturen zwischen 19,04% (Reis) und 35,49% (Baumwolle), an Wert in den einzelnen Jahren bei allen zehn Kulturen zusammen zwischen 2 und 3 Milliarden Dollar. Aus diesen Zahlen ergeben sich abgerundet 20% für klimatische Schäden und 10% für Krankheiten und tierische Schädlinge, die vielfach anderen Schätzungen zugrundegelegt worden sind. Bei solchen Vergleichsschätzungen darf jedoch nicht außer acht gelassen werden, daß die Größe der Schäden in erster Linie neben allen anderen Faktoren, wie Art der Kulturen und der Krankheiten, klimabedingt ist. Man nimmt auch sonst an, daß sich die genannten 10% im großen Durchschnitt ungefähr gleichmäßig auf eigentliche Pflanzenkrankheiten und Insekten verteilen, und hat sie für die großen Landwirtschaftsländer für jeden dieser beiden Faktoren auf 4—5 Milliarden Francs bewertet.[1]) Für eine weitergehende Schätzung der Schäden aller Länder ist die Zeit noch nicht gekommen.

Tabelle 1

Jährliche Ertragsschädigung der Hauptkulturpflanzen im Deutschen Reich (ohne Berücksichtigung der Witterungsschäden)

		Ernte-menge	Ernte-wert	Geschätzte durchschnittliche Schäden durch			
				Krankheiten		Schädlinge	
		1000 t	Mill. ℛℳ	%	Mill. ℛℳ	%	Mill. ℛℳ
1.	Getreide	17 140	3942	10	394	10	394
2.	Kartoffeln	36 490	1460	25	365	5	73
3.	Zuckerrüben	10 237	256	5	12	10	25
4.	Gemüse	2 955	350	10	35	10	35
5.	Obst	2 993	400	10	40	20	80
6.	Wein	1 338 819 hl	80[2])	20	16	20	16
			6488		862		623
	In Durchschnittsprozenten der möglichen Ernte			10,8		7,8	

Auf Grund einer Berechnung der wichtigsten Krankheiten hat Gäumann[3]) für die Schweiz die Verluste durch Pilze, Bakterien und kontagiöse Enzyme im Getreidebau, Kartoffelbau, Weinbau, Obstbau und Gemüsebau auf insgesamt 25—30%, d. i. bei einem mittleren Ertrag von 292—312 Millionen Francs auf 73—92 Millionen Francs eingeschätzt. Für Holland hat Knapp[4]) das Problem behandelt, jedoch nur entsprechend den amerikanischen Vergleichszahlen

[1]) Zitiert nach P. Marchal, Introduction. Ann. epiphyties **1**, 1913, S. VI.

[2]) Wert des Mostes nach der Statistik; der Wert des Weines ist auf 175—200 Millionen ℛℳ zu schätzen.

[3]) Gäumann, E., Die wirtschaftliche Bedeutung unserer wichtigsten Pflanzenkrankheiten. Landw. Jahrb. Schweiz 1927, 319—324. — Vgl. auch hier und im folgenden die S. 4 zitierte Veröffentlichung.

[4]) Knapp, W. C. H., Bestrijding van plantenziekten. Zijn jaarlijksche taxaties van de schade wenschelijk? Tijdschr. plantenziekten **33**, 1927, 283—291.

des Jahres 1923 mit ihren durchschnittlichen Schäden von rund 10% durch tierische und pflanzliche Parasiten die Schäden in Holland an Weizen, Roggen, Gerste, Hafer, Kartoffeln, Bohnen und Erbsen auf 33 Millionen Gulden bewertet.

Für das Deutsche Reich hat Morstatt[1]) 1928 eine Berechnung aufgestellt, die unter Berücksichtigung bekannter Angaben über die wichtigsten Krankheiten und Schädlinge zu vorstehender Schätzung (Tab. 1) gelangte und die auch in Übereinstimmung mit den neueren Erhebungen steht.

Setzt man im Anschluß an die Werte der Tabelle für die auf rund 13 Milliarden geschätzte gesamte Pflanzenproduktion des Deutschen Reiches einen Ernteverlust von 15% durch pflanzliche und tierische Schädlinge an, so ergibt sich ein Geldwert dieses Verlustes von 2 Milliarden ℛℳ.

Für Griechenland sind folgende Schadenszahlen ermittelt worden[2]):

	Wert der landw. Erzeugung in Drachmen	Tierische Schädlinge	Pflanzliche Parasiten	Witterungsschäden	Zusammen
1932	12 751 059 000	4,6	4,3	8,3	17,2%
1933	14 576 148 000	5,0	3,4	5,9	14,3%

Andere Gesamtschätzungen, die aber nur die Schadenszahlen ohne Beziehung auf die Erntewerte geben, führen z. B. für Frankreich (1913) Verluste durch Pflanzenkrankheiten und Schädlinge in Höhe von 4—5 Millionen Francs an. Für Belgien sagt E. Marchal[3]) nach Anführung der amerikanischen Ergebnisse von ungefähr 30% für alle Schäden, daß man auf die pflanzlichen und tierischen Schädlinge mit einem Verlust von 10% rechnen müsse, der jährlich mehreren 100 Millionen Francs entspricht. Für Jugoslawien gibt eine neuere Schätzung den Verlust durch Pflanzenschädlinge (Pilze und Insekten) zu 1 Milliarde Dinar an, worunter bei den Getreidearten (Weizen, Gerste, Hafer und Mais) nur je 5% als Mindestverlust durch die wichtigsten Schädlinge angesetzt sind.[4])

Über Insektenschäden im besonderen unterrichten noch die folgenden Beispiele, wobei erwähnt sei, daß man als allgemeine Annahme die Schäden durch Insekten auf 10%, in den Tropen dagegen auf 20% der Ernteerträge einschätzt. Für Großbritannien werden sie mit 30 Millionen Pfd. St. angenommen; in Kanada betragen sie jährlich nach Gibson[5]) wenigstens 25 Millionen Pfd. St., in Australien[6]), wobei allerdings wohl auch tierparasitäre Insekten eingerechnet sind, 20 Millionen Pfd. St., in Indien nach Fletcher[7]) in der Landwirtschaft 1800 Millionen Rupien (= etwa 2700 Millionen ℛℳ) = 10% der möglichen Ernte.

Die neueste amtliche Schätzung in den Vereinigten Staaten[8]) beziffert den jährlichen Schaden von 34 wichtigeren Insekten auf 924 Millionen Dollar (= 3,7 Milliarden ℛℳ).

---

[1]) Berichte über Landw., N. F. **9**, 1929, 437—477.

[2]) Monit. internat. protect. plantes **9**, 1935, 107 (hier in Prozente umgerechnet).

[3]) Marchal, E., Eléments de pathologie végétale, Gembloux et Paris 1925, S. 3.

[4]) Loschnigg, F., Pflanzenschutz und Schädlingsbekämpfung. D. Landwirt, Sonderbeilage d. Deutschen Volksblattes, Novisad, 17. 12. 1929.

[5]) Gibson, A., What our insects cost us. Scientif. Agric. **7**, 1927, 440—445.

[6]) Tillyard, R. J., zit. in Chem. Industrie 1927, Nr. 50, S. 1359 (nach Chem. Trade Journ.).

[7]) Fletcher, T. B., Opening adress, Rep. Proceed. 4. Entomol. Meeting, Pusa 1921, S. 10.

[8]) Hyslop, J. A., An estimate of the damage by some of the more important insect pests in the United States. U. S. Dept. Agric., Bur. Ent. 1930.

Eine Vorstellung von der wirtschaftlichen Bedeutung der Schäden vermitteln dann noch die Zahlen über bedeutsame Einzelschäden, die allenthalben in der einschlägigen Literatur zerstreut sind und von denen hier einige angeführt seien. Auch an ihnen hat wohl die Witterung den weitaus größten Anteil, der sich schon in den alljährlichen Ernteschwankungen auswirkt und besonders bei den eigentlichen Mißernten infolge von Dürre oder übermäßigen Niederschlägen zutage tritt. Ebenso ist die Bedeutung der anderen, mehr lokalen Witterungskatastrophen durch Frost, Hagel, Überschwemmungen usw. bekannt.

Von Pilzkrankheiten ist an erster Stelle der Getreiderost zu nennen, dessen Schaden nach einer älteren Schätzung von Eriksson für alle getreidebauenden Länder zusammen jährlich 1¼ Milliarden ℛℳ beträgt. Noch verderblicher ist in einigen Ländern für den Kaffeebau der Kaffeerost, der in den 80er Jahren des vorigen Jahrhunderts die Kaffeekultur von Ceylon, in der etwa 300 Millionen ℛℳ investiert waren, fast restlos ruiniert hat und anderseits, wie z. B. auf Java, die Kultur von *Coffea arabica* unrentabel machte, so daß man auf andere Arten übergehen mußte. Erwähnt sei auch die Belastung der europäischen Weinbauländer durch das Auftreten von *Peronospora* und *Oidium*, die die Rentabilität des Weinbaues aufs äußerste gefährdeten und ihn durch die Notwendigkeit kostspieliger Bekämpfung dauernd schwer belasten. Durch nicht so häufige, aber bisweilen ebenso schwere Schäden ist die Kraut- und Knollenfäule der Kartoffel ausgezeichnet, die besonders im Anfang ihres europäischen Auftretens um die Mitte des vorigen Jahrhunderts schwere Epidemien verursachte und zuletzt im Jahre 1916 im Deutschen Reich ein volles Drittel der normalen Ernte vernichtete. Auch in anderen Ländern waren ähnliche Schäden zu verzeichnen, wenn auch dort die Bedeutung für die Volksernährung geringer war; so sind in Frankreich teilweise mehr als 80% der Ernte verloren gegangen. Im folgenden Jahre trat die Krankheit ähnlich verheerend in Nordamerika auf und verursachte in der kanadischen Provinz Quebec allein einen Schaden von 75 Millionen Dollar. In den Vereinigten Staaten hat man auch den unmittelbaren Schaden durch Unkräuter abgeschätzt, der sich auf jährlich 75 Millionen Dollar belaufen soll.[1])

Zahlreicher sind wohl die bemerkenswerten Fälle schwerer Insektenschäden in neuerer Zeit. Hier ist das größte Beispiel in Europa die zwischen 1850 und 1860 eingeschleppte Reblaus, deren Schaden in Frankreich binnen 15 Jahren 10 Milliarden (nach anderer Angabe 15 Milliarden), in Italien 1 Milliarde Francs betrug. In Ungarn[2]) ging die Anbaufläche in 10 Jahren von 340000 ha bis auf 211000 ha, der Ertragswert von 86 Millionen Kronen auf 46 zurück. An der Spitze aller Schädlinge steht der mexikanische Baumwollkapselkäfer im Baumwollgebiet der Vereinigten Staaten. Zur Zeit seines stärksten Auftretens wurde im Jahre 1920 der Schaden der vorhergegangenen 4 Jahre amtlich auf 300000 Dollars im Durchschnitt abgeschätzt und erreichte dann im Maximaljahr 1921—1922 1 Milliarde Dollars = 30% der Ernte. Ein anderer Baumwollschädling, der sich seit Beginn dieses Jahrhunderts in den meisten Hauptanbaugebieten der Baumwolle verbreitet hat, der rote Kapselwurm, *Platyedra gossypiella*, verursacht im

[1]) Farm. South Africa **4**, 1930, 554.

[2]) Morstatt, Statistisches zur Verbreitungsgeschichte der Reblaus in Ungarn. Weinbau und Weinhandel **28**, 1910, S. 96 und 108.

allgemeinen einen Schaden von 20% der Ernte, was für Ägypten allein im Jahre 1921 10 Millionen Pfd. St. ausmachte. Der Schaden der Olivenfliege *(Dacus oleae)* beträgt in Italien jährlich 500000 Lire; in ganz Südeuropa wird er auf jährlich 2 Millionen Lire geschätzt. Als Beispiel für Heuschreckenschäden sei noch erwähnt, daß der Schaden durch die jüngste langdauernde Heuschreckenplage in Afrika und dem westlichen Asien allein in den Anfangsjahren 1927—1931 auf mehr als 6 Millionen Pfd. St. (bis 1934 auf wenigstens 7 Millionen), die Bekämpfungskosten auf 1 Million Pfd. St. und die Zahl der aufgewandten Arbeitstage auf wenigstens 28 Millionen geschätzt werden. Solche Zahlen sind in der einschlägigen Literatur vielfach vorhanden und auch in den anderen Bänden dieses Handbuches häufig zitiert. Eine umfassende Zusammenstellung ist noch nicht versucht worden; ihr steht entgegen, daß diese Zahlen meist nur roh geschätzt sind und sich mit den Jahren ständig verändern.

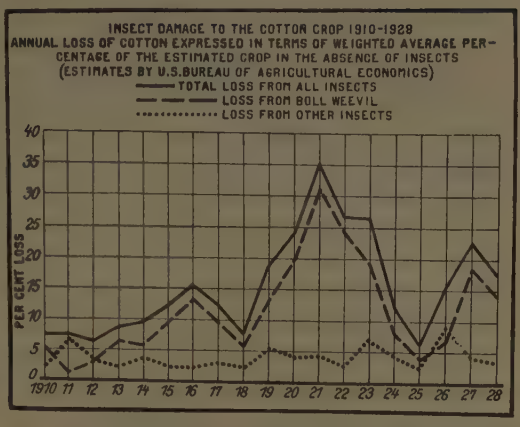

Abb. 4. Insektenschäden der Baumwollernten 1910—1928. Aus Coad, B. R. (The entomologist and cotton insect problems. Journ. econ. entom. **23**, 1930, 667—672).

Soweit über diese und andere Schäden für das Deutsche Reich Einzelangaben vorliegen, sei auf die Zusammenstellung in der erwähnten Schrift[1]) hingewiesen. Besonders zahlreiche Angaben liegen aus den Vereinigten Staaten vor und sind dort in die Handbücher über Krankheiten und Schädlinge aufgenommen, während die allgemeinen Angaben und vielfach auch genauere Einzelzahlen über das jährliche Auftreten von Krankheiten und Schädlingen laufend in *„Plant disease reporter"* und *„The insect pest survey"* des amerikanischen Landwirtschaftsministeriums veröffentlicht werden. In anderen Ländern werden dagegen in den entsprechenden Berichten bisher in der Regel noch keine Zahlenangaben über Schadenswerte genannt.

II. Kosten der Pflanzenschutzmaßnahmen

Zu den Schadensummen gehört bei der Gesamtbetrachtung des Pflanzenschutzes auch die Belastung durch die Kosten der Pflanzenschutzmaßnahmen. Unter ihnen steht der Arbeitsaufwand im Durchschnitt an erster Stelle, und er wird überall da ganz besonders ins Gewicht fallen, wo Arbeitskräfte schwer zu beschaffen sind. Besteht das Vorgehen gegen Krankheiten und Schädlinge nur in Kulturmaßnahmen, wie Bewässerung, Bodenbearbeitung, Düngung, Schnitt der ausdauernden Gewächse usw., so sind auch die Ausgaben ausschließlich oder ganz überwiegend Arbeitsaufwand. Sie spielen dabei im Kleinbetrieb eine geringere Rolle, wirken aber um so einschneidender in Großbetrieben, wo auch der Zeitpunkt der Arbeitsleistung im Verhältnis zu den laufenden Betriebsarbeiten von

[1]) Berichte über Landwirtschaft, N. F. **9**, 1929, 433ff.

wesentlichem Einfluß auf die Durchführungsmöglichkeit von Pflanzenschutzmaßnahmen wird. Sodann sind in den meisten Fällen Unkosten für den Verbrauch an chemischen Mitteln mit zu berechnen, die sich nach der Größe der zu behandelnden Fläche richten und daher z. B. bei einjährigen Kulturen großer Ausdehnung prohibitiv werden können.[1]) Weniger entscheidend sind die Kosten für die Apparate zur Anwendung dieser Mittel, da es sich dabei um einmalige Ausgaben für längere Zeit handelt. In besonderen Fällen treten andere Ausgaben ein, wie z. B. die Mehrkosten für Saatgut fremder Herkunft oder widerstandsfähiger Sorten, die Beschaffung oder eigene Zucht von Parasiten bei der biologischen Bekämpfung u. dgl.

Die genaue Kostenberechnung ist daher bei der Entscheidung über durchzuführende Maßnahmen unerläßlich und wird insbesondere maßgeblich für die Auswahl unter verschiedenen zu Gebote stehenden Maßnahmen. Die Kostenberechnung ist ein Gesichtspunkt, der in den Handbüchern und vor allem in den praktischen Anleitungen zum Pflanzenschutz bei weitem noch nicht die gebührende Beachtung gefunden hat. Nur wertvolle und ausdauernde Pflanzen rechtfertigen eine Einzelbehandlung, und stets ist der Wert des infolge der Maßnahmen zu erwartenden Mehrertrages die äußerste Grenze für den möglichen Aufwand. Erst neuerdings werden solche Kostenangaben in den Versuchsberichten häufiger aufgeführt, und man ist daher sehr oft auf Vergleich mit anderen Einzelfällen angewiesen, wenn die Kosten von Maßnahmen im voraus angegeben werden sollen.

Der einfachste Fall der Kostenberechnung, bei der Ausführung von Pflanzenschutzarbeiten durch fremde Beauftragte, trifft nur selten zu. Hierzu gehört die sich neuerdings in Deutschland ausbreitende Lohnbeizung der Getreidesaat und die bisher hauptsächlich in Amerika angewandte Bestäubung großer Flächen vom Flugzeug aus.

Als ein neues Verfahren bei sehr großem Verbrauch an Stäubemitteln ist die Flugzeugbekämpfung im Wald bei uns noch sehr teuer und kostet ungefähr 50 ℛℳ je ha. Dagegen kostet die Bestäubung der Baumwollfelder durch Unternehmer in Nordamerika je ha etwa 7,50 ℛℳ, im ganzen sind dort bis zu fünf Bestäubungen notwendig. Bei der feststehenden Zahl für die Unkosten läßt sich in diesem Falle des Kapselkäfers die Rentabilität leicht berechnen und wird jeweils genau nach der Menge der vorhandenen Käfer (Anfangsbefall) und dem Kapselansatz (Ernteerwartung) abgeschätzt. Russische Angaben berechnen die Kosten der Bestäubung mit Flugzeugen gegen Heuschrecken auf 4,43 Rubel je ha, gegenüber 6,15 Rubel bei der Bekämpfung vom Boden aus. Noch einfacher sind Beizkosten zu berechnen, bei denen Arbeitsaufwand und Kosten für Chemikalien ungefähr gleich stehen; sie betragen etwa ein Zehntel des Saatgutpreises.

Im Weinbau, der durch die unerläßliche Schädlingsbekämpfung besonders belastet ist, betragen die Kosten dafür nach G. Fischer[2]) etwa 15% der mit

[1]) Die Ausgaben der deutschen Landwirtschaft für Pflanzenschutzmittel (Chemikalien; ohne Forstwirtschaft, Gärtnereien, Kleingartenbau und Kleinobstbau usw.) werden 1924 bis 1934 auf jährlich 18 Mill. ℛℳ = 0,4% des Betriebsaufwandes geschätzt. Etwa die Hälfte davon dürfte auf den Weinbau entfallen; in dem Rest nehmen die Beizmittel wohl die erste Stelle ein. (Der Betriebsaufwand der deutschen Landwirtschaft. Wirtsch. u. Statistik **14**, 1934, Nr. 16, 518—521; Die Ausgaben der Landwirtschaft für Pflanzenschutz. Pflanzenschutz und Schädlingsbekämpfung **1**, 1934, Nr. 10, S. 159—160.)

[2]) Fischer, G., Aufgaben und Wege der Rebenzüchtung. Angew. Bot. **10**, 1928, 317 bis 339. — Einzelangaben bei Pfeiffer, Die Wirtschaftlichkeit der Rebschädlingsbekämpfung. Weinbau u. Kellerwirtschaft **11**, 1932, Nr. 2; ferner bei Peters, A. und Nicka, W., Betriebsaufwendungen im Weinbau. Ber. u. Landwirtsch., 87. Sonderheft, 1934.

1000 ℛℳ je ¼ ha anzunehmenden Erzeugungskosten, was bei einem Gesamtaufwand von 320 Millionen ℛℳ der Erzeugungskosten auf 80000 ha deutscher Weinbaufläche 48 Millionen ℛℳ für die Schädlingsbekämpfung entspricht. Dazu kommen jährlich 2 Millionen ℛℳ Kosten der staatlichen Reblausbekämpfung. (Demgegenüber betragen nach G. Fischer die Kosten der Schädlingsbekämpfung bei Getreide weniger als 1 ℛℳ auf ¼ ha und somit weniger als 1% der mit 100 ℛℳ angesetzten Erzeugungskosten.) Für den Weinbau der Schweiz gibt Gäumann 400 Francs je ha oder rund 5 Millionen für die ganze in Betracht kommende Rebfläche (insgesamt 17800 ha) an.

Wie schon früher im Weinbau, so hat sich im letzten Jahrzehnt auch im Obstbau die praktische Schädlingsbekämpfung auch in den europäischen Ländern mehr und mehr durchgesetzt und kann hier auch als notwendiger Teil der regelmäßigen Betriebskosten gerechnet werden, Daher sind hier auch die meisten Kostenberechnungen bekannt geworden. Als Muster sei hier eine englische Anleitung zur Obstbaumbespritzung erwähnt, welche die einzelnen Unkosten eingehend erörtert.[1])

Sie beschreibt die Konstruktion der verschiedenen Spritzen, ihre Tagesleistung, Anschaffungskosten, Mittelverbrauch und Arbeitsaufwand für Bedienung, um die richtige Auswahl der Einrichtung im Verhältnis zur Betriebsgröße zu ermöglichen, und stellt danach die Jahresbetriebskosten für verschiedene Flächengrößen, Behandlungsweisen und Spritzeinrichtungen zusammen; am Schlusse ist ein kurzer Spritzkalender über Anzahl, Zeitpunkt und Zusammensetzung der Bespritzungen aufgestellt. Nach diesen Berechnungen schwanken die Spritzkosten je ha bei den verschiedenen Einrichtungen (Rückenspritzen, Motorspritzen usw.) nur sehr wenig, wenn die Einrichtungen der Größe der Obstanlage entsprechend gewählt sind. Sie betragen etwa 500 ℛℳ je ha bei einmaliger Winterbehandlung mit Karbolineum und zweimaliger kombinierter Frühjahrsbehandlung gegen Schorf und tierische Schädlinge, dagegen erniedrigt sich die Zahl der dafür aufzuwendenden Arbeitstage bei leistungsfähigen Motorspritzen für Großbetriebe bis auf ein Drittel der im Kleinbetriebe mit der Rückenspritze notwendigen Tage. Es tritt also bei Großbetrieben keine Ersparnis an Kosten, wohl aber eine erhebliche an Arbeitsaufwand ein. Ein anderer Versuchsbericht[2]) gibt die ha-Kosten im Jahre 1927 mit 200 ℛℳ, im Jahre 1928 mit 300 ℛℳ an. Am meisten sind die Behandlungskosten jedenfalls von der Anzahl der nötigen Spritzungen und der Größe und Einheitlichkeit der Obstanlage abhängig, während für die Rentabilität außerdem noch die klimatische Lage und Jahreswitterung (insbesondere auf das Auftreten des Schorfes) und die Marktpreise und Absatzmöglichkeit des Tafelobstes die entscheidenden Faktoren sind.

Nach einem deutschen Bericht[3]) betrugen die Kosten der Schädlingsbekämpfung im Obstbau im Jahre 1933 bei siebenmaliger Spritzung von 2074 Bäumen mit zwei Motorspritzen und einer Karrenspritze 3703,15 ℛℳ = rund 1,80 ℛℳ je Baum, wovon 1738,35 ℛℳ auf Spritzmaterialien, 1964,30 ℛℳ auf Arbeits- und Betriebskosten (ohne Amortisation der Geräte) entfielen. Die Menge der Spritzflüssigkeit je Baum schwankte bei den einzelnen Spritzungen zwischen 11,1 und 17,2 Liter.

Ähnliche Zahlen ergeben die genauen Berechnungen von Loewel:[4]) je ha von 200 Bäumen bei sechsmaliger Spritzung 401,60 ℛℳ.

---

[1]) Turnbull, J., Modern fruit tree spraying and what it costs. Min. Agric., London. Miscell. Publ. Nr. 58, 1927; 2. Aufl. als Bull. Nr. 5, 1932.

[2]) Petherbridge, F. R., Dillon Weston, W. A. R., and Kent, W. G., Successful control of apple scab in the Wisbech area. Journ. Min. Agric., London **36**, 1929, 45—51.

[3]) Mayer, Th., Wie hoch sind die Kosten der Schädlingsbekämpfung im Obstbau? Gartenbauwirtschaft 1934, Nr. 22.

[4]) Loewel, E. L., Das Auftreten des Fusicladiums im Altländer Obstbaugebiet . . . Angew. Botanik **14**, 1932, 233—277 u. 281—333.

III. Erfolge des Pflanzenschutzes

Die praktische wirtschaftliche Bedeutung des Pflanzenschutzes im nächstliegenden Sinne liegt in seiner Rentabilität, in den durch die Pflanzenschutzmaßnahmen nach Abzug der Unkosten erreichten Mehrerträgen. Ihr Nachweis ergibt sich zunächst eindeutig bei Versuchen, in denen unbehandelte Parzellen zum Vergleich stehen bleiben, doch ist das Ergebnis hierbei nur einmalig und hängt von der jeweiligen Stärke des Auftretens der Krankheiten und Schädlinge ab. Daher können zuverlässige Zahlen erst aus mehrjähriger Beobachtung bei verschieden starken Schäden gewonnen werden. Im allgemeinen ist es, wie oben schon erwähnt wurde, noch viel zu wenig üblich, bei der Ermittlung von Versuchsergebnissen zugleich auch die Rentabilitätsberechnung aufzustellen, und es wird wesentlich zur allgemeinen Ausbreitung des Pflanzenschutzes beitragen, wenn solche Berechnungen in Zukunft regelmäßig den Versuchsberichten beigegeben werden, so daß der Praktiker sich von vornherein ein klares Bild von Bekämpfungsaufwand und -erfolg machen kann.

In größerem Ausmaß, etwa für bestimmte Kulturen eines Landes, wird stets erst eine mehrjährige Beobachtung die Wirkung des Pflanzenschutzes einwandfrei aus den Ernteergebnissen ableiten können. Denn die Schäden treten nicht gleichmäßig ein, und man kann ihre Höhe daher nur durch Vergleich mit Jahren normaler, unbeschädigter Ernte ermitteln. Noch besser muß sich die Wirkung von Pflanzenschutzmaßnahmen aus den Durchschnittserträgen längerer Zeiträume ergeben, wenn die übrigen Bedingungen sich gleichgeblieben sind. Der mehrjährige Durchschnitt, in dem auch die normalen Schäden enthalten sind, muß dann allmählich gehoben und den optimalen Ertragswerten angenähert sein.

Die einzelnen Methoden des Pflanzenschutzes kann man nicht nach dem Grade ihrer Wirksamkeit oder ihrer Rentabilität abwägen, da eben ihre Auswahl jeweils von der besonderen Art der Nutzpflanze und den Anbauverhältnissen abhängt. Die Einführung einer im Versuch geprüften Methode in die landwirtschaftliche Praxis setzt auf jeden Fall die Überzeugung von ihrer Rentabilität voraus; es wäre aber besser, wenn beim Versuch zugleich auch die Rentabilitätsberechnung beigegeben würde, für die im folgenden noch Beispiele angeführt werden. Bei der direkten Schädlingsbekämpfung mit chemischen Mitteln ist der Mehrwert des Ertrages wohl am leichtesten nachweisbar. Es sei hier an die Getreidebeizung erinnert, die ihrer einfachen Anwendbarkeit und besonders günstigen Rentabilität ihre weitgehende Einführung im Getreidebau verdankt. Man rechnet hier mit einem Mehrertrag, der häufig das zehnfache der aufgewendeten Unkosten beträgt. Ausführliche Berechnungen über die Bedeutung und Rentabilität der Beizung bei den einzelnen Getreidearten hat Maier-Bode[1]) angestellt. Er führt aus, daß die Beizung der gesamten Aussaat bei einem auf 196 Millionen *RM* zu schätzenden Schaden der durch Beizung bekämpfbaren Getreidekrankheiten in Deutschland einen Aufwand von 24 Millionen *RM* erfordern würde. Da der Erfolg der Beizung praktisch ein vollständiger ist, würde dadurch

[1]) Maier-Bode, Die Getreidebeizung in wirtschaftlichem Licht. Landw. Fachpresse Tschechoslow. **8**, 1930, 71.

ein Reingewinn von 172 Millionen *RM* erzielt werden. Über die Rentabilität der Beizung schon bei ganz geringem Befall hat Appel[1]) folgende Berechnung aufgestellt:

„100 Liter Beizlösung unter Benutzung des jeweils billigsten Mittels kosteten bei Naßbeize

1928		1932	
für Roggen	*RM* 2,30	für Roggen	*RM* 1,29
„ Weizen	„ 2,30	„ Weizen	„ 1,29
„ Gerste	„ 2,88	„ Gerste	„ 1,62

bei Trockenbeizen in den vom Deutschen Pflanzenschutzdienst vorgeschriebenen Aufwandmengen je Zentner:

1928		1932	
für Roggen	*RM* 0,84	für Roggen	*RM* 0.41
„ Weizen	„ 0,84	„ Weizen	„ 0,41
„ Gerste	„ 1,12	„ Gerste	„ 0,62

Betrachtet man die relativen Kosten der Beizung, so betragen diese verglichen zum Erntewert bei Roggen und Weizen unter 0,5%, bei Gerste und Hafer unter 1%." Hieraus geht hervor, „daß die Beizung sich bei Weizen und Roggen schon bezahlt macht, wenn von 200 Pflanzen eine Pflanze erkrankt. Bei Gerste und Hafer ist dies der Fall, wenn von 100 Pflanzen eine erkrankt."

Sehr auffällige Ergebnisse hat neuerdings in vielen Ländern die allgemeine Einführung der Schädlingsbekämpfung im Obstbau gezeitigt. Hier ist der Mehrwert der Ernte, der sich aus einwandfreier Qualität ergibt, häufig viel wichtiger als der mengenmäßige Mehrertrag. So hat sich bei der Schorfbekämpfung übereinstimmend gezeigt, daß die Zahl der reinen, schorffreien Früchte in den diese Krankheit begünstigenden Lagen und Jahren durch sorgfältige Bespritzung sehr oft von ungefähr 10% auf ungefähr 90% gesteigert werden kann. Über die reine Rentabilität hinaus ist dies häufig beim Erwerbsobstbau und bestimmten Anforderungen des Handels gegenüber für die Möglichkeit des Obstbaues überhaupt entscheidend.[2]) Bei den oben (S. 15) erwähnten zweijährigen englischen Versuchen gegen Schorf ergab sich ein durchschnittlicher jährlicher Überschuß von nahezu 50 Pfd. St. je acre (= 2500 *RM* je ha).

Über einen deutschen Versuch, der in seinem Erfolg als typisch angesehen werden kann, hat Ludwigs[3]) berichtet. Er ergab bei Anwendung von Kupferkalkbrühe 69,9%, von Schwefelkalkbrühe 54,4% reiner Früchte gegenüber unbehandelt 8,8%, wobei aber zu berücksichtigen ist, daß der Wert der mit Schwefelkalkbrühe behandelten gesunden äußerlich glatten Früchte höher war als derjenige der mit Kupferkalkbrühe erzielten „berosteten" Früchte.

Während sich die Rentabilität hier bei Einzelversuchen sehr leicht im Verhältnis zur unbehandelten Parzelle ergibt, so sind bei der Gesamtbetrachtung

[1]) Appel, O., Erntesicherung, eine nationale Notwendigkeit. Landbau u. Technik **8**, 1932, Nr. 3.

[2]) Vgl. Fish, S., Scab or shot holes of apricots. Control experiments in the Goulburn Valley. Journ. Dept. Agric. Victoria (Australien) **26**, 1928, 310ff.

[3]) Ludwigs, K., Kupferkalk- oder Schwefelkalkbrühe zur Fusikladiumbekämpfung. Gartenbauwirtschaft 1931, Nr. 52.

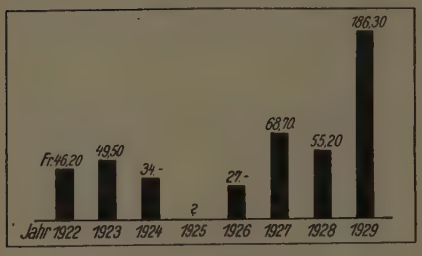

Abb. 5. Einnahmen von 3 Kirschbäumen 1922—1929. Nach Zeller (1930).

der Schädlingsbekämpfung im Obstbau, wo auch die Erntemengen an sich wesentlich sind, die normalerweise großen Ertragsschwankungen zu berücksichtigen. Ein Beispiel für letztere zeigt nebenstehende Abbildung, die die Einnahmen von drei Kirschbäumen 1922—1929 darstellt, wobei im Jahre 1929 die Schädlingsbekämpfung eingesetzt hatte, deren Kosten in diesem Falle nur 13 Francs betrugen.[1])

Als Beispiel für die Berechnung des Mehrertrages sei noch das folgende Schema angeführt. Es entstammt einem dänischen Bericht[2]), der mehrjährige Versuche im Obstbau, bei denen die Rentabilitätsberechnung eingehend durchgeführt ist, beschreibt und 37 Tabellen über die Behandlung, ihre Kosten und ihre Ergebnisse enthält.

Mehrertrag durch Spritzung und Spritzkosten je ha und je 100 kg Mehrertrag*)

	Spritzmittel:			
	Chemikalien	Arbeitslohn	Gesamtkosten	Mehrertrag in 100 kg je ha
Sorte				
Spritzkosten je ha				
„ je 100 kg Mehrertrag				

*) Berechnet { a) auf Gesamtgewicht an Früchten. b) auf reine Früchte.

Abb. 6.

Die von der Schädlingsbekämpfung abhängige Lage des Weinbaues ist bekannt. Hier sind zu den einheimischen europäischen Schädlingen im letzten Jahrhundert Reblaus, Peronospora und Oidium hinzugekommen, die den Weinbau so gefährdet haben, daß seine Aufrechterhaltung erst durch die Entdeckung wirksamer Gegenmaßnahmen wieder gesichert werden konnte. Somit ist die Geschichte der Reblausbekämpfung, auf die hier nicht näher eingegangen werden kann, eines der wichtigsten Beispiele erfolgreicher Pflanzenschutzmaßnahmen und in ähnlicher Weise, wenn auch in kleinerem Ausmaße, hat die Einführung der Bespritzung und Bestäubung gewirkt. Über die verbesserte neuzeitliche

[1]) Zeller, A., Finanzieller Mehrerfolg durch Spritzung der Kirschbäume gegen die Schrotschußkrankheit. Schweiz. Zeitschrift f. Obst- u. Weinbau 1930, S. 41—42.

[2]) Esbjerg, N., Forsøg med Rentabiliteten ved Sprøjtning of Aebletraeer. I. Tidskr. Planteavl **35**, 1929, 517—565. — Vgl. hier auch: W. Schaarschmidt, Schorf und Obstmade an Äpfeln. Versuche zur Einträglichkeitsbestimmung von Bekämpfungsmaßnahmen. Mitt. DLG **45**, 1930, 197—199 und 218—219; ferner: Stauber, J., Schädlingsbekämpfung mit Nosprasit „0". Nachr. ü. Schädlingsbekämpfung **9**, 1934, Nr. 2, 95—99, und die erwähnten Berechnungen von Loewel.

Schädlingsbekämpfung hat K. Müller allgemeine Zahlen veröffentlicht; danach betrug die Ertragssteigerung durch sie in den Jahren 1918—1924 gegenüber den vorhergehenden Jahren im Durchschnitt in Baden 154%, in Württemberg 80, in Bayern 37, in Preußen 5 und in Hessen 1,9%.

Beispiele für den Erfolg der Schädlingsbekämpfung liegen aus allen Ländern zahlreich vor. Es sei davon noch erwähnt, daß der Schaden des Kaffeekirschenkäfers *(Stephanoderes hampei)* in den ersten Jahren nach seiner Einschleppung nach Brasilien stellenweise bis über 90% der Ernte ausmachte; wo die staatlich organisierte Bekämpfung sorgfältig durchgeführt wurde, ging er in kurzer Zeit bis auf 5% zurück, wobei allerdings auch klimatische Einflüsse mitgewirkt haben müssen.

Wie im Beispiel der Reblausbekämpfung, so sind auch in anderen Fällen ganze Kulturen durch Umstellung auf widerstandsfähige Sorten gesichert worden, wie z. B. der javanische Kaffeebau auf der nach dem Auftreten der *Hemileia* notwendig gewordenen Einführung neuer Sorten, jetzt hauptsächlich der *Coffea robusta*, beruht.

Ebenso können aber auch allgemeine Anbaumaßnahmen zur Erhaltung einer von Schädlingen oder Krankheiten bedrohten Kultur beitragen. Hierzu gehört auch ein geregelter Fruchtwechsel, dessen Einführung in Ländern mit primitiver Wirtschaftsweise häufig erst mit Rücksicht auf die sonst unvermeidbaren Schädigungen durch Parasiten erfolgt. Es ist nicht allgemein bekannt, daß der entscheidende Schritt in der Bekämpfung des Baumwollkapselkäfers in Nordamerika die Einführung eines Fruchtwechsels war, um den überwinterten Käfern die Nahrung zu entziehen und so ihre Vermehrung einzudämmen.

Der Käfer hatte überall, wo er hinkam, Verluste von 10—70% der Ernte verursacht, und die Erträge konnten erst durch das Zusammenwirken von verbesserten Kulturmethoden und der Bekämpfung mit Giften wieder auf eine rentable Höhe gebracht werden. Bemerkenswert ist, daß eine staatliche Garantie für den Erfolg der neuen Kulturmethoden gegeben wurde, um ihre Einführung zu beschleunigen und daß diese Garantie nie in Anspruch genommen worden ist. Der Fruchtwechsel hatte dann außer seinem nächstliegenden Zweck die ungemein weitreichende Folge, daß er das ganze Wirtschaftsleben der Baumwollzone umgestaltete und das Gebiet von der Ernte des Hauptproduktes und von der Einfuhr der wichtigsten Lebens- und Futtermittel unabhängig machte. Die Erkenntnis dieses Zusammenhanges führte dazu, daß dem *„boll weevil"* trotz fortdauernder großer Schäden von den Pflanzern in Alabama 1921 ein Denkmal gesetzt wurde; die Inschrift lautet: „In profound appreciation of the boll weevil and what it has done as the herald of prosperity this monument is erected by the citizens of Enterprise, Coffee County, Alabama."[1])

Auch die Schäden des später nach Nordamerika eingeschleppten Maiszünslers sind durch Kulturmaßnahmen soweit eingeschränkt worden, daß eine lohnende Kultur trotz der Anwesenheit des Schädlings möglich ist. Es ist hierbei zu betonen, daß solche Kulturmaßnahmen nur aus genauer Kenntnis der Biologie eines Schädlings entwickelt werden können und daher die Landwirtschaft sie nicht selbst ohne die Hilfe der Pflanzenschutzsachverständigen finden kann.

Die aus Nordamerika bekannt gewordenen Zahlen über die Ausrottung der Berberitze zeigen auch deren große Bedeutung für die Ausbreitung der Getreiderostepidemien.

[1]) Übersetzt: „In hoher Wertschätzung des Kapselkäfers und dessen, was er als Führer zum Wohlstand getan hat, wurde dieses Denkmal errichtet von den Bürgern von Enterprise, Coffee County, Alabama."

In den 13 Staaten des mittleren Nordens und Westens, wo die Berberitze ausgerottet wurde, gingen die Rostschäden von einem durchschnittlichen Jahresverlust von 57 Millionen Bushels = 15,5 Millionen dz in 1916—1920 auf einen Durchschnittsverlust von 9 Millionen Bushels = 2,45 Millionen dz in 1926—1930 zurück. Dabei wurden von 1916—1930 im ganzen annähernd 18,5 Millionen Berberitzensträucher ausgerottet. Die Gesamtaufwendungen der beteiligten Staaten in den 14 Jahren betrugen 1,1 Millionen Dollar, die der Bundesregierung 4,5 Millionen Dollar. Die insgesamt aufgewendeten Geldbeträge belaufen sich auf weniger als ein Zehntel der durchschnittlichen jährlichen Rostschäden in den fünf Jahren von 1916 bis 1920.

Ähnliche und zum Teil noch größere Erfolge sind mit der biologischen Bekämpfung erreicht worden. Außer der Rettung der Maulbeerkultur und damit der Seidenzucht in Italien durch Einführung von Parasiten der Maulbeerschildlaus *(Diaspis pentagona)* ist hier das klassische erste Beispiel der Einführung des Marienkäfers *Novius cardinalis* nach Kalifornien durch Koebele zu erwähnen. Die dortige *Citrus*-Kultur stand infolge der Ausbreitung der Schildlaus *Icerya purchasi* vor dem sicheren Ruin, da die befallenen Bäume durch die Schildlaus praktisch in einem Jahr vernichtet wurden. Durch die Einführung des Käfers gelang es, diese gefährliche Schildlaus so zu unterdrücken, daß sie praktisch bedeutungslos geworden ist.

Die Bedeutung der oft ebenso weitreichenden und im Prinzip wertvolleren Wirkung der vorbeugenden Maßnahmen gegen Einschleppung und Ausbreitung von Schädigern ist noch besonders zu würdigen, da sie sich nicht zahlenmäßig ermitteln läßt und nur zuweilen durch Vergleich mit den Verhältnissen in verseuchten Ländern abgeschätzt werden kann. Sie geht u. a. hervor aus dem Beispiel der Bekämpfung des Kartoffelkrebses *(Synchytrium endobioticum)* durch Züchtung und Anbau widerstandsfähiger Sorten, die es möglich machen, die Krankheit vollständig auszuschalten, ehe sie schwere Schäden anzurichten vermag. In gleicher Weise wirkt auch die radikale Ausrottung eingeschleppter Pilzkrankheiten und Insekten, wie des *Citrus*-Krebses in manchen Ländern, der Mittelmeerfruchtfliege in Florida oder des Koloradokäfers; in letzterem Falle zeigt die Gegenüberstellung der mehrfachen rechtzeitigen Entdeckung und Ausrottung in Deutschland und der Festsetzung des Schädlings in Frankreich am besten den Erfolg solcher Maßnahmen; in Amerika verliert der Kartoffelbau durch ihn trotz der Bekämpfung ein Drittel der möglichen Ernte.[1])

So zeigen sich die Erfolge und damit die wirtschaftliche Bedeutung des Pflanzenschutzes nicht nur im einzelnen Falle, sondern insgesamt betrachtet an zahlreichen Beispielen in Mehrerträgen an Erntemengen und Erntewert, in der Sicherung der Kulturen durch größere Gleichmäßigkeit der Ernten und Vermeidung von Mißernten, und vielfach auch in der Erhaltung der Anbauwürdigkeit einzelner Nutzpflanzen und in der Sicherung vor Einschleppung neuer Feinde. Nebenher geht auch ein allgemeiner kulturverbessernder Erfolg, da Krankheiten häufig ein Anzeichen von Kulturfehlern sind, zu deren Vermeidung erst der Pflanzenschutz den Anstoß gibt. Hierher gehören auch die Fälle, wo mit resistenten Sorten zugleich ertragreichere gezüchtet oder eingeführt

[1]) Über Beispiele und Bedeutung der Verschleppung von Pflanzenkrankheiten vgl. noch: Stakman, E. C., Die Bedeutung eines Pflanzenschutzgesetzes für die europäischen Länder. Mitt. DLG **46**, 1931, 515—518, 540—543.

werden. Daraus ergibt sich für Einzelmaßnahmen wie für das Ganze des Pflanzenschutzes, daß ein wohldurchdachter und sorgfältig durchgeführter Pflanzenschutz nicht nur notwendig ist, sondern auch, daß die dafür aufgewendeten Kosten sich reichlich lohnen.

IV. Volkswirtschaftliche Bedeutung

Als Hilfsmittel der Pflanzenproduktion hat der Pflanzenschutz Teil an der volkswirtschaftlichen Bedeutung allen Pflanzenbaues, dessen wichtigste Aufgabe die Volksernährung ist und von dem außerdem als einer Urproduktion notwendiger Rohstoffe, wie Holz, Pflanzenfasern, Fette, Genuß- und Arzneimittel eine Reihe großer Industrien abhängt. Die in allen Notzeiten wieder erkannte Wahrheit, daß die Landwirtschaft die wichtigste Industrie im Staate ist, beherrscht im besonderen Maße die Gegenwart und ist in allen Ländern auch der Förderung des Pflanzenschutzes zugute gekommen. Aus dieser neuerdings zuerst und besonders in Nordamerika propagierten Einsicht rechnen dort heute schon Volkswirtschaftler und Soziologen, wie E. M. East in seinem Buche „Die Menschheit am Scheidewege" erkennen läßt, den Pflanzenschutz zu den wesentlichen Maßnahmen, die neben verbesserten Kulturmethoden, neben Züchtung auf Ertrag und Erweiterung natürlicher Klimagrenzen, neben Düngung usw. den Nahrungsspielraum der Menschheit erweitern.

Im klimatischen Optimum einer Kultur spielen wie die übrigen Faktoren, z. B. der Boden, auch die Pflanzenkrankheiten im allgemeinen eine geringere Rolle. Bedürfnis und Notwendigkeit, denen eigentlich nur der nordamerikanische Staat enthoben ist, verlegen aber viele Kulturen außerhalb ihres klimatischen Optimums, wie Weizen ins Gebirge, Kartoffeln in warme Lagen. Kleinbesitz und Staatsinteresse streben überall nach möglichst vielseitiger Eigenproduktion und ebenso zwingt auch der Fruchtwechsel zur Einschaltung von Nebenkulturen, die nicht immer die besten Bedingungen finden. Wo also eine Kultur besonders von Schäden bedroht ist oder an der Grenze der Rentabilität steht, wird die Bedeutung des Pflanzenschutzes für ihre Aufrechterhaltung besonders ins Gewicht fallen, und es gibt zahlreiche Kulturen, die wie der deutsche Weinbau ohne dauernde Schädlingsbekämpfung heute an ihrer Stelle nicht mehr existenzfähig sind.

Für den Pflanzenbau im ganzen als Teil der Volkswirtschaft betrachtet ist die ausgleichende Wirkung des Pflanzenschutzes gegen zu große Ertragsschwankungen besonders zu bedenken. Gleichmäßige Ernten bedingen gleichmäßigen Preisstand, an dem zunächst der Handel, dann aber die Gesamtwirtschaft interessiert ist. Nicht weniger Interesse daran hat der Produzent selbst, der in ungewöhnlich guten Jahren niedere Preise für seine Ernte erhält und in schlechten Jahren bei hohen Preisen wenig oder nichts zu verkaufen hat.[1])

Die allgemeinen volkswirtschaftlichen Vorteile aus der Sicherung und Vermehrung der landwirtschaftlichen Erzeugung, die Ernährung der Bevölkerung aus eigener Scholle und die Entlastung der Handelsbilanz sind bekannt und zum Teil hier schon erwähnt. Sie bedingen, daß die rein privatwirtschaftliche Ren-

[1]) Vgl. Crüger, Die wirtschaftliche Bedeutung der Pflanzenkrankheiten. Georgine **104**, 1927, Nr. 95.

tabilität nicht die letzte Begründung für den Pflanzenschutz abgeben kann. Er ist in der auf das Wohl des Volksganzen ausgerichteten Wirtschaft sehr oft auch dort noch notwendig, wo er im Einzelfall nicht rentabel ist. Die volkswirtschaftliche Bedeutung greift aber weiter, indem die Auswirkungen der Schäden vermieden werden, die in vermehrter Anbaufläche und vermehrtem Arbeitsaufwand für dieselbe Erntemenge, Verteuerung der Produkte für den Konsumenten, Entwertung des Bodens, Verlusten des Transportwesens, an Steueraufkommen, Verlusten der Verarbeitungsindustrien, verminderter Kaufkraft der landwirtschaftlichen Bevölkerung bestehen. Berechnungen solcher volkswirtschaftlichen Auswirkungen sind schon durchgeführt worden[1]); ihre Berechtigung ist durch die Tatsache erwiesen, daß private Eisenbahngesellschaften in Nordamerika bei plötzlich auftretenden Schäden durch Entsendung von Sachverständigen und Bereitstellung von Bekämpfungsmitteln eingreifen oder in Frankreich einen ständigen beratenden Pflanzenschutzdienst unterhalten. Unmittelbar sind natürlich der Handel und die Verarbeitungsindustrien (z. B. Holzhandel, Zuckerindustrie) an erfolgreichem Pflanzenschutz interessiert, und auch hier gibt es Beispiele, daß sie in gleicher Weise wie die Organisationen des Anbaues selbst den Pflanzenschutz unterstützen.

Als wirtschaftliche Auswirkung des Pflanzenschutzes ist auch die Industrie der Pflanzenschutzmittel und -apparate anzusehen, die in neuerer Zeit einen großen Umfang erreicht hat. Wenn sie auch im Vergleich mit anderen Industrien keine sehr hohen Zahlen aufzuweisen hat, so tritt ihre Bedeutung doch bei der Berücksichtigung der mit ihren Produkten erzielten Erfolge zutage. Für viele Länder bedeutet sie zugleich auch eine einheimische Produktion, die sie von der Einfuhr fremder Ernteerzeugnisse entlastet.[2])

Über Erzeugung und Verbrauch an Apparaten liegen nur ganz vereinzelte Zahlen vor, dagegen sind vielfach Angaben über den Verbrauch von Pflanzenschutzmitteln in der Literatur vorhanden.

Statistische Erhebungen sind zum Teil in den Vereinigten Staaten angestellt worden[3]); danach betrug dort im Jahre 1928 z. B. die Produktion an Kalziumarseniat 27 Millionen Pfund, an Bleiarsenat 27 Millionen Pfund, an Pariser Grün 8,5 Millionen Pfund und die Einfuhr an Pyrethrumblüten 11,3 Millionen Pfund für 2,4 Millionen Dollar. 1932 war der Verbrauch an Mineralölen, die jetzt mengenmäßig an erster Stelle stehen, auf rund 17 Millionen Liter gestiegen. Nach einer früheren Angabe werden außerdem jährlich z. B. 5 Millionen Pfund Kupferkarbonat (für Saatgutbeizung) und mehr als 1 Million Pfund Paradichlorbenzol verbraucht. Nach Vogt[4]) werden in Deutschland gegen Rebenmehltau jährlich etwa 90 000 dz Schwefel, in Frankreich 1 Million dz verbraucht. Der Weinbau verbraucht überhaupt schon seit längerer Zeit, wie neuerdings erst auch der Obstbau, große Mengen von chemischen Mitteln. So wurden nach Stellwaag[5]) im Jahre 1926 in der Pfalz auf etwa 9000 ha zusammenhängender Fläche insgesamt 600 000 kg Arsenstäubemittel, 35 000 kg arsenhaltige Spritzmittel und 36 000 kg Tabakextrakt verbraucht.

---

[1]) Vgl. Morstatt, H., Die jährlichen Ernteverluste usw. Ber. ü. Landw. **9**, 1929, 435.

[2]) Über die deutsche Pflanzenschutzmittelindustrie vgl. A. Schmidt, Die industrielle Chemie, Berlin 1934 (Die Industrie der Pflanzenschutzmittel, S. 364—382).

[3]) Vgl. Roark, R. C., United States insecticides statistics for 1928. Journ. econ. entom. **22**, 1929, 699; übers. in: Anz. f. Schädlingskunde **5**, 1929, 146.

[4]) Vogt, E., Die chemischen Pflanzenschutzmittel (Sammlung Göschen). Berlin 1926, S. 63.

[5]) Stellwaag und Sprengel, Großbekämpfung des Heu- und Sauerwurmes in der Pfalz mit staatlicher Unterstützung, 1925 und 1926. Pfalz-Wein **14**, 1925, 278—283.

Vergleichbar große Mengen an Chemikalien finden auch für die Beizung des Getreides und neuerdings zahlreicher anderer Sämereien Verwendung; den Verbrauch an Getreidebeizmitteln schätzt Klages[1]) für 1930 in Deutschland auf etwa 800 t. Die angeführten Zahlen geben eine Vorstellung davon, wie große Mengen von Mitteln in Frage kommen, wenn die Bekämpfung mit chemischen Mitteln in einer ausgedehnten Kultur einmal durchgeführt ist.

Ebenso benötigen auch staatliche Sondermaßnahmen, wie die Bekämpfung von Heuschrecken, Kartoffelkäfer, Reblaus, Schwammspinner, oder die Berberitzenausrottung sehr große Mengen von chemischen Mitteln und zahlreiche Geräte zu deren Anwendung.

V. Ernteschädenversicherung

Die Versicherung gegen Pflanzenkrankheiten hat sich bisher — mit Ausnahme der Hagelversicherung[2]) — noch nicht zu einer ständigen Einrichtung entwickelt. Versuche damit sind in den Vereinigten Staaten gemacht worden. Ihr steht entgegen, daß es sich bei Pflanzenkrankheiten weitgehend um vermeidbare Schäden handelt, und daß diese sehr schwer genau abzuschätzen und zugleich sehr wenig nach Art, Häufigkeit und Umfang vorauszuberechnen sind. Sie hängen auch vielfach von besonderer Bodenbeschaffenheit, der Art der Kulturen und der Sorgfalt beim Anbau ab, so daß sie sich sehr ungleichmäßig verteilen. Sehr zu bedenken ist, daß eine Versicherung die Gefahr des Unterlassens oder nachlässiger Ausführung von Pflanzenschutzmaßnahmen mit sich bringt.

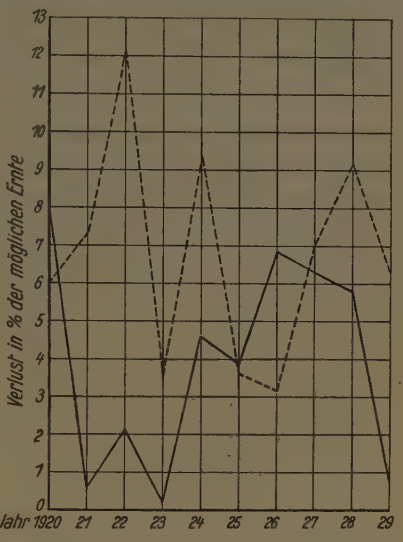

Abb. 7. Schäden durch Apfelfusikladium – – – – und Phytophthora ——— in den Vereinigten Staaten 1920—1929. Nach Stevens (1932).

Einige Beispiele für die Ungleichmäßigkeit von Schäden, denen aber gleichmäßiger verlaufende gegenüberstehen, hat Stevens[3]) nach den genauesten bisher vorliegenden Schätzungen dargestellt. Wir geben daraus nebenstehend die Schäden durch Apfelschorf und Kraut- und Knollenfäule der Kartoffeln in den Vereinigten Staaten 1920 bis 1929 wieder.

Die Vermeidung der erwähnten Schwierigkeiten einer Pflanzenschadensversicherung ist in den folgenden Leitsätzen von Valgren[4]) berücksichtigt.

1. Versichert werden sollen nur Schäden, die einen schweren Geldverlust für den Anbauer bedeuten. Die beste Grundlage dürfte der durchschnittliche Jahresertrag der Gesamtfläche einer bestimmten Kultur sein.

---

[1]) Klages, A., Bekämpfung von Schädlingen der Kulturgewächse durch chemische Mittel, Bekämpfungstechnik. Angew. Chemie **45**, 1932, 367—368.

[2]) Vgl. Band I, 2. Teil, 1934, S. 176 und 236; für die Vereinigten Staaten: Valgren, V. N., Hail insurance on farm crops in the United States. U. S. Dept. Agric. Bull. 912, 1920.

[3]) Stevens, N. E., Plant-disease hazards, though very fluctuating, demand action. U. S. Dept. Agric., Yearbook 1932, S. 294—297.

[4]) Valgren, V. N., Crop insurance: risks, losses, and principles of protection. U. S. Dept. Agric. Bull. 1043, 1922.

2. Die Versicherung muß alle Schäden decken, die sich der Einwirkung des Versicherten entziehen.

3. Verluste durch Fahrlässigkeit und Nachlässigkeit dürfen in keinem Falle entschädigt werden.

4. Der Beitrag muß im richtigen Verhältnis zu dem Schutz, den er sichert, stehen und darf nicht zu hoch sein.

5. Der Schaden muß im Verhältnis zu dem zu erwartenden Ernteertrag abgeschätzt werden, wobei auch Preisminderungen zu berücksichtigen sind.

6. Bei völligem Fehlschlag einer versicherten Kultur, der das Reifenlassen und Abernten nicht lohnt, muß für frühzeitige Entschädigung gesorgt sein. Diese soll den Wert der Arbeit und andere Unkosten, einschließlich Zinslasten, nicht überschreiten.

7. Alle teilweisen Schäden einer Kultur werden erst entschädigt, wenn das Ernteprodukt in marktfähigem Zustand ist, so daß Menge und Beschaffenheit abgeschätzt werden können.

8. Günstige Versicherungsbedingungen sind nur möglich, wenn die Versicherung, wie die Feuerversicherung eine Garantie gegen ernste Verluste sein und nicht etwa alle paar Jahre eine Entschädigung einbringen soll. Zur Verbilligung der Werbung ist gemeinsame Versicherung durch Genossenschaften zu empfehlen.

VI. Staat und Pflanzenschutz

Die Förderung, die der Staat dem Pflanzenschutz angedeihen läßt, ist ein Ausdruck und eine Auswirkung von dessen wirtschaftlicher Bedeutung. Die Unterhaltung eines wirksamen Pflanzenschutzes durch Forschung und Lehre und durch eine nach den örtlichen Verhältnissen abgestufte Organisation des praktischen Dienstes für Aufklärung und Überwachung ist staatliche Aufgabe im Interesse der landwirtschaftlichen Bevölkerung und zugleich der Sicherung der Volksernährung. Hierzu gehört auch das besondere staatliche Eingreifen bei außergewöhnlichen Schäden durch Witterung und Krankheiten und Schädlinge oder bei der Ausbreitung neuer Schadenerreger.

Aus den oben angeführten Beispielen besonders großer Schäden geht hervor, welchen beinahe überwiegenden Anteil daran die erst in der Neuzeit in die einzelnen Länder eingeschleppten Parasiten haben und wie ungemein somit die Verschleppung von Schädigern durch die Steigerung und Beschleunigung des modernen Verkehrs begünstigt wird. Daraus ergibt sich auch ein viel dringenderes Bedürfnis nach dem Bestehen einer leistungsfähigen Pflanzenschutzorganisation über die unmittelbar landwirtschaftlichen Belange hinaus im staatlichen Gesamtinteresse. Man kann wohl sagen, daß in Europa Parasiten wie Blutlaus, Reblaus, Koloradokäfer, San-Jose-Schildlaus und die Mehltaupilze den Hauptanstoß zur Entwicklung des modernen Pflanzenschutzes gegeben haben. Gegen diese Gefahren sind oft Ausrottungsmaßnahmen notwendig, die zu kostspielig sind, um von den unmittelbar bedrohten Kreisen getragen zu werden und die daher nur mit staatlicher Hilfe durchgeführt werden können. Als Einzelbeispiel sei hier die Ausrottung des Koloradokäfers nach seiner letzten Einschleppung im Deutschen Reiche erwähnt, die 1934 bei einer befallenen Fläche von $\frac{1}{4}$ ha Kosten im Betrag von 108000 *RM* verursacht hat.[1]) Noch mehr ist der Abwehrdienst durch Einfuhrkontrolle, der die immer umfangreicher werdende staatliche und internationale Gesetzgebung entstehen ließ, eine Einrichtung von allgemeiner volkswirtschaftlicher Bedeutung.

[1]) Siehe Flugblatt 120 der Biolog. Reichsanstalt, 2. Aufl. 1935.

Die Gesamtaufwendungen der Staaten entsprechen daher der Bedeutung, welche sie dem Pflanzenschutz beimessen. Die neuere Entwicklung hat gezeigt, daß diese Bedeutung überall mehr und mehr erkannt wird, und hierzu wird in Zukunft die statistische Ermittlung des Umfanges der Schäden noch viel beitragen. Zahlen über die staatlichen Aufwendungen sind im allgemeinen noch wenig bekannt; die übersichtlichsten Angaben darüber sind regelmäßig im Haushaltsplan des Landwirtschaftsministeriums der Vereinigten Staaten enthalten.

Nicht in letzter Linie müssen auch die staatlichen Aufwendungen im richtigen Verhältnis zu dem Umfang der Schäden und zu dem möglichen Erfolge des Pflanzenschutzes stehen. In bezug auf die Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten sagt Gäumann in der erwähnten Schrift (s. S. 10): „Der Rohertrag der betreffenden Betriebszweige der Landwirtschaft würde also um mindestens 25—30% höher sein, wenn eine durchgreifende Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten möglich wäre." Eine Verringerung der Verluste „um 50% liegt, wie die Erfahrungen in den Vereinigten Staaten und in den Kolonien zeigen, durchaus im Bereiche des Erreichbaren." Und T. B. Fletcher äußert anläßlich seiner Berechnung der Insektenschäden in Indien, daß der vollständigste Ausbau des entomologischen Dienstes, den man sich nur vorstellen kann, gerechtfertigt wäre, wenn man dadurch auch nur 1% dieser enormen Verluste an Volksvermögen retten würde. Für deutsche Verhältnisse darf man der Schätzung von O. Appel[1]) beipflichten: „Ein großer Teil der Forschungsergebnisse kann aber jetzt schon in die Praxis umgesetzt werden, und es ist damit zu rechnen, daß mindestens 20—30% der bisherigen Verluste vermieden werden können." Auch die staatlichen Aufwendungen für den Pflanzenschutz müssen in dessen wirtschaftlicher Bedeutung und in seiner Rentabilität ihre Begründung finden, die beide unzweifelhaft feststehen und heutzutage auch zahlenmäßig nachgewiesen werden können.

[1]) Appel, O., Pflanzenschutz. In M. Sering, Die deutsche Landwirtschaft unter volks- und weltwirtschaftlichen Gesichtspunkten. Berichte über Landwirtschaft, 50. Sonderheft, Berlin 1932, 729—744.

Zweiter Abschnitt

Die Aufgaben des Pflanzenschutzes

I. Die Verhütung des Auftretens von Pflanzenkrankheiten und -schädlingen (Hygiene)

Von Professor Dr. H. Braun, Berlin-Dahlem

(Abgeschlossen am 1. 9. 1935.)

Wenn hier zum erstenmal der Versuch gemacht wird, eine zusammenfassende Darstellung der Pflanzenhygiene zu geben, so ist zunächst erforderlich, diesen Begriff näher zu erläutern. Da er dem Gebiet der Humanmedizin entnommen ist, liegt es nahe, von einer der dort anerkannten Umschreibungen auszugehen. Rubner[1]) gibt folgende Definition: „Die moderne Hygiene ist eine Wissenschaft, die sich das Ziel setzt, alle die Gesundheit betreffenden Fragen mit Hilfe der in den Naturwissenschaften üblichen Denkweise durch experimentelle Methoden aufzuklären, zu fördern und zu erörtern und von diesem Kernpunkt ihrer Tätigkeit alle anderen Bestrebungen zu leiten, welche die Aufgabe haben, den Mensch im Kampf ums Dasein zu stärken." Es fragt sich nun, ob und wieweit diese Definition mit dem Begriff selbst sinngemäß unverändert in die Phytopathologie übernommen worden ist und dementsprechend als Richtlinie bei dieser Abhandlung dienen kann. Um das zu entscheiden, muß die Entstehung des Begriffs „Pflanzenhygiene" verfolgt werden.

Im Vorwort zur 3. Auflage dieses Handbuchs schreibt Sorauer: „So hoffe ich, wird die Idee, die ich seit Beginn meiner wissenschaftlichen Tätigkeit verfochten, nämlich die Ausgestaltung einer rationellen Pflanzenhygiene, endlich zum Durchbruch kommen. Wir müssen lernen, den Organismus vor Erkrankung von vornherein zu bewahren, und dürfen erst in zweiter Linie, notgedrungen, dazu schreiten, den bereits erkrankten Organismus zu heilen." Diese Ausführungen legen die Vermutung nahe, daß Sorauer den Begriff der Hygiene in die Lehre von den Pflanzenkrankheiten eingeführt hat. In der Tat findet sich letzterer anscheinend erstmalig in der Einleitung zu der 1886 erschienenen 2. Auflage dieses Handbuchs. Hier weist Sorauer darauf hin, daß mit der Berücksichtigung der normalen Äußerung der einzelnen Vegetationsfaktoren bei gewissen Krankheitsgruppen Material für die prophylaktische Behandlung und die Schaffung einer Pflanzenhygiene gesammelt werde.

Dieser Hinweis ist außerordentlich wichtig; denn er deutet an, daß zwischen der Äußerung der einzelnen Vegetationsfaktoren und der Pflanzenhygiene irgendwelche Beziehungen bestehen müssen. Welcher Art diese sind, hat Sorauer selbst wiederholt sehr deutlich, am klarsten in seiner Auseinandersetzung mit

[1]) Rubner, M., Zur Vorgeschichte der modernen Hygiene, Berlin 1905.

R. Hartig[1]) und in seiner Antrittsvorlesung an der Berliner Universität[2]) ausgesprochen. Es dreht sich um die Frage: Gibt es eine Prädisposition der Pflanzen für gewisse Krankheiten?

Der Begriff der Prädisposition ist schon der älteren Pflanzenpathologie nicht unbekannt gewesen.[3]) Er ist aber späterhin unter der Vorherrschaft der mykologischen Forschungsrichtung nahezu in Vergessenheit geraten oder auch, wie z. B. von Julius Kühn[4]), bewußt abgelehnt worden. Man überschätzte die Beweiskraft des Infektionsversuches und ließ sich auf Grund des festgestellten Krankheitsbefundes zu der Annahme verleiten, es gäbe kaum eine Erkrankung, bei welcher Parasiten nicht beteiligt seien; sobald diese vorhanden und die für ihre Entwicklung erforderlichen äußeren Bedingungen erfüllt seien, käme es auch stets zu einer Erkrankung. Und als sich die Angaben mehrten, daß dieselben Infektionsverfahren doch einen unterschiedlichen Erfolg aufwiesen, Angaben, die sich vollkommen mit den im Freiland gemachten Beobachtungen deckten, wurde zur Erklärung dieses unterschiedlichen Ergebnisses die Virulenztheorie aufgestellt.

Demgegenüber kam Sorauer auf Grund umfangreicher Untersuchungen zu dem Schluß, daß für das Zustandekommen einer parasitären Erkrankung nicht die Anwesenheit des Parasiten allein maßgebend sei, sondern auch die Beschaffenheit der Wirtspflanze mitsprechen könne. Er zeigte, daß einmal Pflanzen durch künstliche Änderung eines Vegetationsfaktors in ihrer Konstitution geändert werden können („der Pflanzenleib ändert sich mit dem Wechsel jeder einzelnen Lebensbedingung“[5])) und daß zum anderen der Befall durch Pilze an eine bestimmte Konstitution des Organismus gebunden ist oder doch wenigstens diese bevorzugt, so daß sich Pflanzen mit einer bestimmten Konstitution als besonders empfänglich für die einzelnen Krankheiten erweisen. Diese Beziehung gilt aber, wie Sorauer nachwies, nicht nur für parasitäre Krankheiten, sondern für jede Erkrankung ohne Rücksicht auf ihre Ursache, also z. B. für Erkrankungen durch Boden- und Witterungseinflüsse. In enger Anlehnung an die Auffassung der Medizin bezeichnete Sorauer diesen „inneren Zustand der Geneigtheit oder Vorbereitung einzelner Pflanzen zu gewissen Krankheiten“[6]) als Prädisposition. Diese braucht durchaus nicht etwa in einer Funktionsstörung, also in einer Abweichung von den bisherigen, für den Organismus zweckmäßigen Lebensvorgängen zu bestehen, sondern sie kann auch durch vollkommen normale Entwicklungsphasen bedingt sein, in welchen die Organe eine besondere Empfindlichkeit gegenüber äußeren Eingriffen besitzen. Sorauer unterscheidet demgemäß zwischen abnormer und normaler Prädisposition.

---

[1]) Hartig, R., Der Fichtenrindenkrebs erzeugt durch *Nectria cucurbita Fr.* und *Grapholita pactolana Kühlw. (Tortrix dorsana)*. Forstw. Zentralbl. N. F. **1**, 1879, 471—476. — Sorauer, P., Gibt es eine Prädisposition der Pflanzen für Krankheiten? Ldw. Versuchsstat. **25**, 1880, 327—372.

[2]) Sorauer, P., Über die Prädisposition der Pflanzen für parasitäre Krankheiten. Arb. Deutsche Landw. Ges. **82**, 1903, 193—210.

[3]) Dieses Handbuch Bd. I, 6. Aufl. Berlin 1933, 1. Teil, S. 146.

[4]) Kühn, J., Die Krankheiten der Kulturgewächse, ihre Ursachen und Verhütung. Berlin 1859. S. 36.

[5]) Sorauer, P., Die Obstbaumkrankheiten. Berlin 1879, V.

[6]) Sorauer, P., Gibt es eine Prädisposition der Pflanzen für Krankheiten? Landw. Versuchsstat. **25**, 1880, 328.

Mit diesen Anschauungen stieß er zunächst auf den schärfsten Widerspruch seiner Fachgenossen Es leuchtet ohne weiteres ein, daß Anerkennung oder Ablehnung einer Prädisposition der Pflanzen für die Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten von entscheidender Bedeutung ist. Leugnet man eine Prädisposition der Pflanze, so bleibt als einzige Möglichkeit, die nichtparasitäre Ursache zu beseitigen bzw. den Parasiten selbst zu vernichten. Nimmt man dagegen eine solche an, wie sie heute nachgewiesen ist, so ergibt sich als neuer Grundsatz auch in der Phytopathologie „Erhaltung der Gesundheit ist Vermeidung der Krankheit“[1]), d. h. es kommt darauf an, Maßnahmen zu ergreifen, um die Prädisposition der Pflanze, das „Empfänglichkeitsstadium des Nährorganismus“[2]), zu beseitigen. Sorauer hat deshalb folgerichtig gefordert, die Phytopathologie müsse in Zukunft auf „Vorbeugung der Krankheiten durch eine auszubildende Pflanzenhygiene“[3]) ausgehen. Gegenüber der herrschenden Methode der Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten würde der Erfolg weit sicherer sein, wenn das Vorbeugungsverfahren weiter ausgedehnt würde, „indem wir die Pflanze in einem Zustand zu erhalten suchen, der sie innerhalb der Breite der Gesundheit und widerstandsfähig gegen Parasitenbesiedlung erhält“.[2])

Diese Bestrebungen entsprechen also etwa dem, was Rubner an zweiter Stelle seiner Definition als Ziel der modernen Hygiene nennt. Im Einklang damit steht, wenn Morstatt[4]) Pflanzenhygiene als vorbeugende Behandlung bezeichnet. Es fragt sich nun, ob hiermit in der Phytopathologie das Wesen der Hygiene erschöpfend erfaßt ist, oder ob sie ebenso wie in der Humanmedizin, wo Rubner als ihren Kernpunkt Aufklärung, Förderung und Erörterung aller die Gesundheit betreffenden Fragen mit Hilfe der in den Naturwissenschaften üblichen Denkweise ansieht, auch in der Lehre von den Pflanzenkrankheiten noch andere Aufgaben einbegreift.

Morstatt[4]) scheint diese Frage, vielleicht unbewußt, zu bejahen. Denn er spricht an anderer Stelle von Vorbeugung und Hygiene nebeneinander und faßt weiterhin unter Kulturmaßnahmen im Gegensatz zu den Bekämpfungsmaßnahmen alle prophylaktischen Aufgaben der Hygiene zur Gesunderhaltung der Pflanzen zusammen. Daraus wäre zu schließen, daß die Hygiene auch noch andere Aufgaben zu erfüllen hat. Sucht man wieder bei dem Begründer der Pflanzenhygiene nach einer Beantwortung dieser Frage, so könnte man als Parallele zu dem Kernpunkt der Hygiene im Sinne Rubners es ansehen, wenn Sorauer „als unbedingtes Erfordernis für die weitere Ausbildung der Pathologie einerseits und für den Fortschritt unserer Pflanzenkultur andererseits betrachtet, daß die Zustände der Nährpflanzen studiert werden, welche sich bei Krankheiten als besonders widerstandsfähig und als besonders empfänglich und hinfällig gezeigt haben. Wenn Hand in Hand mit diesen Bestrebungen die experimentelle Anzucht von Pflanzen unter künstlich hergestellten Veränderungen der Vegetationsbedingungen geht und der Einfluß dieser Änderungen auf die stoffliche

---

[1]) Dieses Handbuch, Bd. I, 2. Aufl. Berlin 1886, S. 11.

[2]) Sorauer, P., Über die Prädisposition der Pflanzen für parasitäre Krankheiten. Arbeiten Deutsche Landw. Ges. **82**, 1903, 210, 194.

[3]) Dieses Handbuch, Bd. I, 3. Aufl. Berlin 1909, S. 68.

[4]) Morstatt, H., Einführung in die Pflanzenpathologie. Berlin 1923, S. 142—143.

und gestaltliche Entwicklung des Pflanzenteiles nachgewiesen wird, dann werden wir den richtigen Weg betreten haben, wie wir durch die Kultur manchen Krankheiten entgegenarbeiten können."[1])

Ob Sorauer aber wirklich diese Forschungsarbeit in die Aufgaben der Hygiene einbegriffen wissen wollte, erscheint sehr fraglich. Schließt er doch z. B. seine Antrittsvorlesung mit den Worten: „Unsere nächste Aufgabe ist die Förderung der pathologischen Chemie und die Schaffung einer Pflanzenhygiene."[2]) Erstere denkt er sich zweifellos in dem eben angedeuteten Sinne. Er stellt also hier die Erforschung der Zusammenhänge zwischen Empfänglichkeitszustand der Pflanze neben die Schaffung einer Pflanzenhygiene. Noch deutlicher geht das aus der von ihm vorgeschlagenen Vierteilung des gesamten Stoffgebietes der Phytopathologie hervor. Hier tritt neben Pathographie, Pathogenie und Therapie die Prophylaxis oder das Vorbeugungsverfahren. Versucht man in diese Stoffeinteilung den Begriff der Pflanzenhygiene einzugliedern, so kann es nach den bisherigen Ausführungen keinem Zweifel unterliegen, daß allein das Gebiet der Prophylaxis die Möglichkeit der Einordnung bietet. Ja, man wird beide Begriffe nunmehr mehr oder weniger gleichsetzen müssen: Prophylaxis ist „eine auf die Gesunderhaltung gerichtete rationelle Hygiene. — Diese beruht auf der Tatsache der Prädisposition der Pflanze und strebt an Stelle des direkten Einschreitens gegen Schädlinge eine Kräftigung der Pflanzen und die Ausschaltung der in ihnen liegenden Bedingungen für den Eintritt der Erkrankung an."[3])

Wenn man demnach für die Phytopathologie zu einer wesentlich engeren Begrenzung des Begriffs der Hygiene gelangt, als sie nach der Definition Rubners für die Humanmedizin Gültigkeit hat, so läßt sich trotzdem leicht eine Brücke schlagen. Praußnitz[4]) unterscheidet nämlich zwischen wissenschaftlicher und praktischer Hygiene. Erstere hat alles zu erforschen, was der Gesundheit nachteilig ist oder sein könnte, und die Bedingungen festzustellen, die für das Gedeihen der Menschen am förderlichsten sind. Letztere ist bemüht, die Mittel anzugeben und die Maßnahmen durchzuführen, durch welche die Gefahren für die Gesundheit der Menschen vermieden und deren Organismus möglichst widerstandsfähig gemacht werden kann. Demnach deckt sich also der Begriff der Pflanzenhygiene mit dem der praktischen Hygiene in der Humanmedizin. Die von letzterer der wissenschaftlichen Hygiene gestellten Aufgaben werden dagegen in der Phytopathologie im wesentlichen der Pathogenie oder der Lehre von der Entstehung der Krankheiten zugewiesen.

Einer weiteren Abgrenzung bedarf die Pflanzenhygiene schließlich noch gegenüber der Therapie. Von Therapie im strengen Sinne des Wortes, wie es in der Humanmedizin gebraucht wird, d. h. von der Heilung eines erkrankten Organismus wird bei Pflanzen nur selten gesprochen werden können. Für eine solche gibt es, namentlich bei einjährigen, bisher nur wenige Beispiele, wie die Manganbehandlung dörrflecken-

---

[1]) Sorauer, P., Gibt es eine Prädisposition der Pflanzen für gewisse Krankheiten? Landw. Versuchsstat. **25**, 1880, 371.

[2]) Sorauer, P., Über die Prädisposition der Pflanzen für parasitäre Krankheiten. Arbeiten Deutsche Landw. Ges. **82**, 1903, 210.

[3]) Morstatt, H., Einführung in die Pflanzenpathologie. Berlin 1923, S. 131.

[4]) Praußnitz, C., Grundzüge der Hygiene. München 1923.

kranker Haferbestände und die Borbehandlung trocken- und herzfauler Rübenbestände. Das mag auch der Grund dafür sein, daß in neuester Zeit von zwei Autoren dem Begriff Pflanzenhygiene eine Auslegung gegeben worden ist, bei der auf eine Trennung von Hygiene und Therapie ganz verzichtet worden ist. Baunacke[1]) hat neuzeitliche Pflanzenhygiene mit wirtschaftlichem Pflanzenschutz gleichgesetzt, während Prell[2]) die Aufgabe der Pflanzenhygiene in der Erhaltung und Förderung der Pflanzen sieht. „Ihr Ziel ist es, eine möglichst hohe Vermehrung irgendwelcher für den Menschen wertvoller Pflanzenarten zu erreichen." Mit der letzteren Verallgemeinerung wäre das Wesen der Pflanzenhygiene überhaupt nicht gekennzeichnet, wenn Prell nicht vorher als grundsätzliche Aufgabe der Hygiene aller Organismen „die planmäßige Ausschaltung der eine Organismenart störenden oder sie dezimierenden Faktoren" bezeichnet hätte. Es ist klar, daß bei einer solchen Auslegung des Begriffs Pflanzenhygiene für eine Therapie kein Platz mehr ist, wenn man die ganz vereinzelt vorkommenden Fälle einer solchen im strengen Sinne des Wortes vernachlässigt. Trotzdem soll hier an einer Trennung von Pflanzenhygiene und Pflanzentherapie festgehalten werden, weil sie der Auffasssung Sorauers entspricht und den Überblick über das gesamte Gebiet des Pflanzenschutzes klarer gestaltet, der sich natürlich nicht, wie die Formulierung Baunackes erwarten lassen müßte, in der Pflanzenhygiene erschöpft. Daß Sorauer Hygiene und Therapie geschieden wissen wollte, hat er deutlich zum Ausdruck gebracht, wenn er auch in diesem Fall von Prophylaxe spricht: „Die Wege, gegen eine Epidemie vorzugehen, sind entweder therapeutisch oder prophylaktisch. Nach den bisherigen Erfahrungen hat sich die Therapie, nämlich die direkte Bekämpfung durch Fungizide nur in wenigen Fällen als erfolgreich erwiesen, und man kommt mehr und mehr zu der Anschauung, daß die vorbeugende Methode die aussichtsvollere ist."[3]) Sorauer weist damit auch den Weg zur Unterscheidung zwischen Hygiene und Therapie. Die Trennung läßt sich durchführen, wenn man in einer gewissen Abwandlung des Begriffes Therapie hierunter alle diejenigen Maßnahmen zusammenfaßt, die in erster Linie auf eine Vernichtung des Parasiten abzielen, dagegen von Hygiene spricht, sobald es sich vornehmlich um eine Beeinflussung der Prädisposition der Pflanze handelt. Es muß zugegeben werden, daß sich bei einer solchen Begriffsbegrenzung nicht immer scharfe Grenzen zwischen Hygiene und Therapie ziehen lassen. Die Samenbeizung z. B. kann man zu letzterer rechnen, weil es sich um eine unmittelbare Bekämpfung des Krankheitserregers handelt. Man kann sie aber auch mit Sorauer[4]) als eine Maßnahme der Hygiene im Sinne von Prophylaxe ansehen, indem durch das Beizen der Erkrankung der Pflanze vorgebeugt wird. In der Mehrzahl der Fälle wird aber eine zwanglose Scheidung nach dem oben angeführten Gesichtspunkt möglich sein. Die Darstellung der Hygiene hat sich dann in

---

[1]) Baunacke, W., Pflanzenhygiene in der Landwirtschaft. Nachrichtenblatt f. d. deutschen Pflanzenschutzdienst **11**, 1931, 41.

[2]) Prell, H., Die rechtliche Stellung der Pflanzenhygiene. Tharandter forstl. Jahrb. **84**, 1933, 718, 719.

[3]) Sorauer, P., Unsere Aufgabe. Intern. Phytopath. Dienst **1**, 1908, 7.

[4]) Sorauer, P., Über die Prädisposition der Pflanzen für parasitäre Krankheiten. Arb. Deutsche Landw. Ges. **82**, 1903, 194.

erster Linie auf eine Erörterung aller Kulturmaßnahmen im weitesten Sinne zu erstrecken, die geeignet sind, die für eine gesunde Entwicklung der Pflanze erforderlichen Bedingungen zu schaffen. In Anlehnung an die Humanmedizin sollen aber in diesem Abschnitt auch die dem Parasitenbefall vorbeugenden Entseuchungs- und Absperrmaßnahmen behandelt werden, obgleich sie teilweise wenigstens eine Vernichtung des Parasiten anstreben. Das ist um so verständlicher, als Hygiene und Prophylaxis als weitgehend sich deckende Begriffe erkannt worden sind und als auch Sorauer zum mindesten die Absperrmaßnahmen in die Hygiene mit eingeschlossen wissen wollte: „Die vorbeugende Methode wird sich nach zwei Richtungen hin ins Werk setzen lassen, indem man einerseits versucht, die Einwanderung eines Parasiten zu verhindern, andererseits den bedrohten Nährorganismus in derartige Verhältnisse zu bringen, daß er nach den im Vaterlande des Parasiten gemachten Erfahrungen eine größere Widerstandskraft der Ansiedlung desselben entgegensetzt."[1])

A. Kulturmaßnahmen

Von Professor Dr. H. Braun, Berlin-Dahlem

a) Standortsberücksichtigung. 1. Berücksichtigung des Standortes als Ganzem. 2. Berücksichtigung einzelner Standortsfaktoren. α) Klima, β) Boden, γ) Örtliche Lage. — b) Standortsverbesserung. 1. Klimaverbesserung. 2. Bodenverbesserung. 3. Bodenbearbeitung. 4. Düngung. — c) Die Pflanze als unmittelbares Objekt hygienischer Maßnahmen. 1. Fruchtwechsel. 2. Sortenwahl. 3. Saatgutauslese. 4. Saatzeit. 5. Saattiefe. 6. Standweite.

Eine Darstellung der hygienischen Kulturmaßnahmen begegnet gewissen Schwierigkeiten. Morstatt[2]) weist bei Besprechung der Düngung als Maßnahme der Pflanzenhygiene darauf hin, daß hier schon eine Reihe wichtiger Erfahrungen gewonnen, daß aber diese Fragen noch wenig im besonderen Hinblick auf Krankheiten zusammenfassend bearbeitet seien. Das gilt ganz allgemein für die Pflanzenhygiene. Bislang sind nur wenige Versuche durchgeführt worden mit dem Ziel klar zu stellen, wie sich diese oder jene Maßnahme auf die Prädisposition der Pflanze auswirkt. Ich habe mich deshalb gezwungen gesehen, überwiegend indirekt vorzugehen, indem ich aus den beobachteten und erforschten Zusammenhängen von Ursache und Wirkung die entsprechenden Schlußfolgerungen für die Gestaltung der Hygiene abzuleiten suchte.

Das hat den weiteren großen Nachteil, daß das Auffinden der einschlägigen Arbeiten sehr erschwert, wenn nicht in vielen Fällen unmöglich gemacht wird. Einerseits werden Stichworte nur selten im Titel enthalten sein, andererseits ist es naturgemäß undurchführbar, die gesamte Literatur auf jede einzelne Krankheit hin durchzusehen und festzustellen, ob etwas über hygienische Maßnahmen gegen sie mitgeteilt worden ist. Ein derartiges Vorgehen ist aber nicht nur unmöglich, sondern auch überflüssig, da selbst wenn derartige Angaben sich finden, sie vielfach der notwendigen exakt-experimentellen Unterlagen entbehren. Gerade auf dem hier behandelten Gebiet gilt auch heute noch, worüber A. B. Frank schon 1880 in dem Vorwort zu seinem Handbuch „Die Krankheiten der Pflanzen" klagt: „Die Wissenschaft wird hier besonders bedroht durch eine Flut kleinerer Spezialliteratur, die unter scheinbar wissenschaftlicher Flagge mit dreisten Prätensionen auftritt, ohne nur den Schatten eines Beweises für ihre Behauptungen beizubringen, ja oft ohne nur eine Ahnung zu haben, wie man überhaupt einen solchen Beweis erbringt, weil dem Betreffenden die dazu erforderlichen Kenntnisse abgehen. Gegen diesen Unfug ist das einzig richtige Verhalten, alles Derartige mit Stillschweigen zu übergehen. Aber innerhalb der Wissenschaft gilt es, hauptsächlich die Grenzen zwischen sicher ermittelten Tatsachen und allem noch Zweifelhaften scharf zu bezeichnen und aus dem

[1]) Sorauer, P., Unsere Aufgabe. Intern. Phytopath. Dienst **1**, 1908, 7.
[2]) Morstatt, H., Einführung in die Pflanzenpathologie. Berlin 1923, S. 146.

unmittelbar Beobachteten keine unberechtigten Schlüsse zu ziehen." Diesem letzteren Grundsatz wird jeder beipflichten können.

Dagegen braucht wohl nicht betont zu werden, daß die im nachfolgenden getroffene Literaturauswahl nicht etwa nur auf die Befolgung des weiteren Standpunkts von Frank zurückgeführt werden darf; vielmehr müssen dabei die geschilderten Schwierigkeiten berücksichtigt werden, die das Übersehen dieser oder jener wertvollen Arbeit unvermeidlich machen. Andererseits werden in manchen Fällen sogar Hinweise aus der Literatur herangezogen, die einer scharfen Kritik nicht unbedingt standhalten. Das erscheint gerechtfertigt, wenn dadurch wichtige Gesichtspunkte der Pflanzenhygiene aufgezeigt werden können, denen für die Zukunft Beachtung zu schenken ist. Derartige Hinweise mögen als Anregung für weitere wissenschaftliche Forschungsarbeit gewertet werden.

Der von mir notwendigerweise eingeschlagene Weg schließt schließlich noch eine weitere Schwierigkeit in sich. Weil ich häufig gezwungen gewesen bin, Versuche zur Darstellung der hygienischen Kulturmaßnahmen heranzuziehen, die zur Lösung einer anderen Aufgabe durchgeführt worden sind, werden sich unter Umständen Wiederholungen nicht vermeiden lassen, indem dieselbe Arbeit an verschiedenen Stellen dieses Handbuchs zur Besprechung gelangen wird. Greifen wir ein Beispiel heraus. Brandenburg hat nachgewiesen, daß die Herz- und Trockenfäule der Rüben auf Bormangel zurückzuführen ist. Dann werden diese Versuche zunächst unter der Pathographie bei Erörterung der durch Bormangel hervorgerufenen Krankheitssymptome besprochen, während sie unter der Pathogenie bei Behandlung des Bors als Krankheitsursache gebracht werden. In der Therapie und in der Hygiene wird die Nutzanwendung aus den beobachteten Zusammenhängen gezogen, was in diesem Fall um so eher angängig ist, als die Wirkung entsprechender Borgaben tatsächlich geprüft worden ist. In der Therapie wird auf die Heilwirkung des Bors hingewiesen, in der Hygiene seine Anwendung als Vorbeugungsmaßnahme empfohlen. Überschneidungen der angedeuteten Art werden sich namentlich für die Gebiete der Pathogenie einerseits, der Hygiene andererseits ergeben, da die Erkenntnis von Ursache und Wirkung die besten Anhaltspunkte für die Gestaltung der Hygiene geben wird.

Alle diese Schwierigkeiten zwingen dazu, bei dieser ersten Darstellung der Pflanzenhygiene weniger eine möglichst restlose Erfassung der einschlägigen Literatur anzustreben und sich in Einzelheiten zu verlieren als vielmehr die leitenden Grundgedanken an Hand der wichtigsten Forschungsergebnisse auf weitgehend gesicherter Grundlage herauszuschälen.

Kulturmaßnahmen der Pflanzenhygiene sind oft viel älter, als man im allgemeinen anzunehmen pflegt.[1]) Sie sind auch viel verbreiteter, als es zunächst den Anschein haben mag. Denn Hiltner[2]) betont mit Recht, daß es sich bei fast jeder Arbeit des Landwirts oder Gärtners, wenn auch meist nur indirekt, um eine solche handelt, die mit im Interesse des Pflanzenschutzes im Sinne einer richtigen, den Pflanzenarten angepaßten Kultur ausgeführt wird. Daraus erhellt ohne weiteres, daß die der Hygiene dienenden Kulturmaßnahmen außerordentlich mannigfaltig sein müssen. Das findet auch seine Bestätigung in der Verwendung dieses Begriffes, wie wir ihm vereinzelt in der Literatur begegnen. Wenn er dort vielleicht auch nicht immer in voller Übereinstimmung mit der ihm hier gegebenen Bedeutung benutzt worden ist, so umschließt er doch im wesentlichen stets die hygienischen Kulturmaßnahmen.

So spricht v. Thümen[3]) bereits 1885 von Ackerhygiene, unter der er die Entfernung oder Unschädlichmachung aller jener Einflüsse versteht, welche einer Verbreitung schädlicher

---

[1]) Morstatt, H., Einführung in die Pflanzenpathologie. Berlin 1923, S. 131.

[2]) Hiltner, L., Pflanzenschutz. 2. Aufl. Stuttgart 1926, III.

[3]) Thümen, F. v., Die Ursachen der stetig zunehmenden Parasitenschäden an unseren Kulturgewächsen. Fühlings landw. Ztg. **34**, 1885, 201.

Insekten und Pilze Vorschub leisten. Der gleiche Ausdruck taucht neuerdings bei Stebutt[1]) auf. 1912 weist Hiltner[2]) darauf hin, daß sich auf dem Gebiet des gesamten Pflanzenschutzes immer mehr durch richtige Verbindung zweckentsprechender Bodenbearbeitung und Düngung sowie durch Berücksichtigung der bodenbakteriellen Verhältnisse das Bestreben geltend mache, ein neues besonders verheißungsvolles landwirtschaftliches Forschungsgebiet zu schaffen, das der Bodenhygiene. Dieser von Hiltner geprägte Ausdruck hat späterhin wiederholt Eingang in die Literatur gefunden. Arndt[3]) versteht darunter eine dauernde Gesunderhaltung der Äcker. In die gleiche Richtung weist es, wenn Löhnis[3]) den engen Zusammenhang zwischen Bodengare und Bodenhygiene betont. Und Krause[4]) führt die immer weiter um sich greifende Erkrankung unserer Böden und als Folge davon unserer Kulturpflanzen darauf zurück, daß man über der Düngung die Bodenhygiene vergessen habe. In all diesen Fällen kommt also in der Wortbildung zum Ausdruck, daß sich die hygienischen Maßnahmen in irgendeiner Weise am Boden als dem Träger der Pflanze auswirken. Ob freilich die Bezeichnung Bodenhygiene sehr glücklich gewählt ist, muß bezweifelt werden. Sie setzt die Zustimmung zur Auffassung des Bodens als eines Organismus voraus, wie sie z. B. von Schneider[5]) vertreten wird, der eindeutig ausspricht, daß es sich nicht nur bei den Pflanzen, sondern auch bei den Böden um Organismen handele! Moritz[6]) bestreitet allerdings, daß die Verwendung des Begriffs Bodenhygiene an diese Voraussetzung geknüpft sei. Er meint, es sei ohne weiteres angängig, von Bodenhygiene und Bodentherapie zu sprechen, wenn damit Maßnahmen der Bodenbeeinflussung zu Pflanzenschutzzwecken gemeint seien, verwahrt sich aber auf der anderen Seite ausdrücklich gegen eine Vergleichbarkeit des Bodens mit Organismen, wie sie z. B. Scheffer bei Aufstellung des Begriffes „Bodenphysiologie" offenbar vorgeschwebt habe. Diese Stellungnahme muß befremden. Es ist nicht einzusehen, warum in Begriffen wie „Bodenphysiologie", „Bodenkrankheiten", „Bodenpathologie"[7]) ein Vergleich des Bodens mit einem Organismus zum Ausdruck kommen soll, für die Begriffe „Bodenhygiene" und „Bodentherapie" diese Vorstellung aber nicht gegeben sein soll. Wo soll hier die Grenze gezogen werden? Wenn in der Human- und Veterinärmedizin vielfach der Begriff Hygiene in ähnlichen, die tatsächlichen Zusammenhänge falsch wiedergebenden Wortverbindungen gebraucht wird, so gibt das in keiner Weise die Berechtigung, nach Übertragung dieses Begriffes in die Phytopathologie sich ähnlicher falscher Wortbildungen zu bedienen; vielmehr sollte man von Anfang an bemüht sein, es zu solchen Verwirrungen erst gar nicht kommen zu lassen. Sonst kann man sich nicht wundern, wenn die Vorstellung von dem Boden als Organismus derart auf die Spitze getrieben wird, wie E. Hiltner[8]) es getan hat, wenn er den Boden vergleichsweise als den Mageninhalt der in ihm wurzelnden Pflanzen bezeichnet und den Begriff der verdauenden Kraft des Bodens prägt. „Wird der Boden auf die Dauer der Jahre nicht verdauungskräftig erhalten, so kann er als Magen der Pflanze leiden und krank werden." Und dabei handelt es sich doch nicht um eine Erkrankung des Bodens, sondern um eine Erkrankung der auf ihm erwachsenen Pflanze. Dem Wesen der Hygiene wird deshalb Boshart[9]) zweifellos besser gerecht, wenn er Richtlinien für eine hygienische Ernährung der Gemüsepflanzen mit Rücksicht auf parasitäre Krankheiten

[1]) Stebutt, A., Lehrbuch der allgemeinen Bodenkunde. Berlin 1930, S. 481.

[2]) Hiltner, L., Über den Einfluß der Ernährung und der Witterung auf das Auftreten pilzlicher und tierischer Schädlinge. Jahrb. Deutsche Landw. Ges. **27**, 1912, 167.

[3]) Arndt, Bodenhygiene und Gründüngung. Zitiert nach Löhnis, F., Bodenbakterien und Bodenfruchtbarkeit. Berlin 1914, S. 55.

[4]) Krause, M., Steigerung der Ernteerträge durch verbesserte Bodenbearbeitung. Berlin 1928, IX.

[5]) Schneider, C., Das Wesen des Gartens. Deutsche Zukunft 21. 4. 1935, 15.

[6]) Moritz, O., Weitere Studien über die Ophiobolose des Weizens. Arb. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstw. **20**, 1932, 45.

[7]) Pozdena, Bodenkrankheiten und ihre Heilung. Wiener landw. Ztg. **81**, 1931, 363—364.

[8]) Hiltner, E., Versuche über den Einfluß der Brache auf Boden und Pflanze. Arb. Deutsche Landw. Ges. Heft 364, 34, 1928.

[9]) Boshart, K., Richtige Ernährung und Düngung als Grundlage gesunden Pflanzenwachstums im Gemüsebau. Prakt. Blätter f. Pflanzenbau und Pflanzenschutz **7**, 1930, 264.

geben will. Claus[1]) schließlich benennt die Hygiene nach der Pflanze, der sie gilt, und schildert beispielsweise die Maßnahmen der Rübenhygiene. Dengler[2]) fordert Bekämpfung der Massenerkrankungen unserer Waldbestände durch eine Art Waldhygiene, während v. Vietinghoff-Riesch[3]) dem rationalen Begriff des Forstschutzes den der Waldhygiene gegenüberstellt, der ein wesentlich weiterer, in die Zukunft gerichteter sei. In der Waldhygiene sei die Frage nach dem allgemeinen Gesundheitszustand, der Harmonie des Waldwesens von allererster Bedeutung.

Die Mannigfaltigkeit der hygienischen Kulturmaßnahmen wird uns schließlich ohne weiteres klar, wenn wir bedenken, daß das Ziel der Pflanzenhygiene, die Gesunderhaltung der Pflanzen im weitesten Sinne, im großen und ganzen nur durch Schaffung günstigster Entwicklungsbedingungen zu erreichen ist. Hierzu bedarf es aber naturgemäß einer großen Reihe verschiedenartigster Maßnahmen. Die erste und wichtigste von diesen ist zweifellos die Wahl eines geeigneten Standortes. Denn es ist klar, daß nur auf einem solchen sich eine Pflanze gesund zu entwickeln vermag. Vielfach werden wir aber in der Auswahl des Standortes beschränkt und gezwungen sein, auch minder günstige Standorte zum Anbau heranzuziehen. Dann bleibt uns nichts anderes übrig als zu versuchen, diese ungünstigen Bedingungen durch entsprechende Maßnahmen zu verbessern. Besondere Beachtung verdient dabei die Gruppe der edaphischen Standortsfaktoren, d. h. aller derjenigen Faktoren, die sich auf den Boden beziehen. Ein ursprünglich günstiger Boden kann bekanntlich durch Witterungseinflüsse wie durch fortgesetzte Inanspruchnahme für die Pflanzenkultur nachteilige Veränderungen erleiden. Diesen müssen wir fortlaufend entgegenarbeiten, sei es durch entsprechende Bodenbearbeitung, sei es durch Zuführung von Nährstoffen. Aber nicht nur auf die Behandlung des Bodens haben wir unser Augenmerk zu richten. Vielmehr bietet uns auch die Pflanze selbst weitgehende Angriffspunkte für hygienische Maßnahmen. Den verschiedenartigen Ansprüchen der einzelnen Pflanzenarten an den Standort können wir bis zu einem gewissen Grade gerecht werden und den nachteiligen Einflüssen der letzteren auf den Standort begegnen durch Wahl einer geeigneten Fruchtfolge, die vor allem auch unter dem Gesichtspunkt der Vermeidung einseitiger Vermehrung mancher auf bestimmte Kulturen angewiesener Parasiten Beachtung verdient. Durch Saat- und Pflanzgutauslese, durch Wahl der Saat- und Pflanzzeit, -dichte und -tiefe sowie der Schnittzeit, durch Beseitigung von Unkräutern und Ernterückständen sowie in besonderen Fällen durch Pflege der Einzelpflanze können wir in vielseitigster Weise zur Gesunderhaltung der Pflanzen beitragen. Und schließlich steht uns als letzte und wirksamste Maßnahme der Pflanzenhygiene der Anbau krankheitsresistenter Sorten zur Verfügung.

Jede einzelne dieser Maßnahmen kann nun, zumal sie meist mehrere Einzelarbeiten umfaßt, wieder auf die verschiedenste, durch die jeweiligen Bedingungen bestimmte Weise zur Durchführung gelangen. So kommt die außerordentlich große Mannigfaltigkeit der Hilfsmittel zustande, die wir im Dienst der Pflanzenhygiene anzuwenden vermögen.

---

[1]) Claus, E., Zur Rübenpflege. Superphosphat **6**, 1930, 95.

[2]) Dengler, A., Waldbau auf ökologischer Grundlage. Berlin 1930, S. 265.

[3]) Vietinghoff-Riesch, A. v., Vogelschutz und Waldhygiene. Tharandter Forstl. Jahrbuch **83**, 1932, 354.

Dabei haben diese hygienischen Maßnahmen den therapeutischen gegenüber noch einen großen, nicht zu unterschätzenden Vorzug. Da sie letzten Endes in der Mehrzahl der Fälle darauf hinauslaufen, der Pflanze nach jeder Richtung hin die günstigsten Entwicklungsbedingungen zu verschaffen, ist ihre Durchführung für jede erfolgreiche Pflanzenkultur meist ohnehin unerläßlich, unbeschadet der besonderen Bestrebungen der Pflanzenhygiene. Die Wege, die vom rationellen Pflanzenbau und von der rationellen Pflanzenhygiene einzuschlagen sind, sind also weitgehend die gleichen. Maßnahmen der letzteren erfordern demnach, im Gegensatz zu solchen der Therapie, meist keine besonderen Aufwendungen und vermögen darüber hinaus vielfach letztere entbehrlich zu machen und die durch sie bedingten Kosten zu ersparen. Wir können also durch eine rationelle Pflanzenhygiene die Produktion heben und verbilligen, ihre Gleichmäßigkeit erhöhen und dadurch das Risiko verringern. Deshalb ist eine genaue Kenntnis der pflanzenhygienischen Kulturmaßnahmen, soweit ihre Wirkung durch experimentelle Forschung ausreichend sichergestellt ist, und ihre weitestgehende Anwendung im praktischen Betriebe von größtem Wert.

a) Standortsberücksichtigung

1. Berücksichtigung des Standortes als Ganzem.

Unter Standort versteht die moderne Pflanzengeographie[1]) die Summe der klimatischen, edaphischen und biotischen Faktoren in ihren Beziehungen zur einzelnen Pflanze oder zu ganzen Beständen. Standort darf also nicht einseitig edaphisch aufgefaßt werden. Die pflanzengeographische Forschung lehrt weiter, daß sich an den meisten Standorten nur solche Pflanzen im Kampf ums Dasein behaupten können, die sich in einem den äußeren Bedingungen entsprechenden Gleichgewicht ihrer Funktionen, dem ökologischen Optimum, befinden.[2]) Dabei bezeichnet Schimper als ökologisches Optimum die Gesamtheit nicht der absoluten Optima, welche der höchsten Intensität, sondern der harmonischen Optima, welche der günstigsten Intensität sämtlicher Funktionen entsprechen. Daraus geht ohne weiteres hervor, daß unsere Kulturpflanzen günstigste Entwicklungsbedingungen nur dann finden, wenn ihr Standort ihrem ökologischen Optimum entspricht. Nun wissen wir zwar, daß sich die Pflanzen veränderten Standortsbedingungen bis zu einem gewissen Grade anzupassen vermögen, so daß sie auch dann noch, zumindest bei Ausschaltung des freien Konkurrenzkampfes, ihr Dasein zu fristen vermögen. Andererseits sind dieser ökologischen Anpassung[3]) aber doch ganz bestimmte spezifische Grenzen gezogen. Und wenn wir mit Klebahn[4]) als Krankheit jede Abweichung vom normalen Verlauf der Lebensvorgänge bezeichnen, die in dem Sinne stattfindet, daß das Leben des Organismus oder seiner Teile dadurch bedroht wird, so wird ohne weiteres klar, daß jeglicher Anbau einer Kulturpflanze außerhalb des ökologischen Optimums

[1]) Diels, L., in Schneiders Handwörterbuch der Botanik. 2. Aufl. Leipzig 1917, S. 673.
[2]) Schimper, A. F. W., Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage. Jena 1898, S. 50.
[3]) Haberlandt, G., Physiologische Pflanzenanatomie. 5. Aufl. Leipzig 1917, 6
[4]) Klebahn, H., Grundzüge der allgemeinen Phytopathologie. Berlin 1912, 1.

mit Gefahren verbunden ist, die um so größer werden, je weiter wir uns von dem ökologischen Optimum entfernen.

Auf die Wichtigkeit dieser pflanzengeographischen Gesichtspunkte für den landwirtschaftlichen Pflanzenbau hat in den letzten Jahren namentlich Werneck-Willingrain[1]) hingewiesen. Hier tritt freilich die Art, welche in der allgemeinen Pflanzengeographie die unterste Einheit bildet, hinter der Rasse oder Sorte zurück. Aber die Gesetzmäßigkeiten, denen beide Formenkreise unterliegen, sind die gleichen. Genau wie die Art bei dem Versuch des Vordringens über die natürlichen Grenzen ihres Verbreitungsgebietes hinaus unüberwindlichen, durch die Gesamtheit der Umweltfaktoren gezogenen Schranken begegnet und mit der Annäherung an diese „untere Daseinsschwelle" aus Ursachen, welche oft nicht klar erkennbar sind, kränkelt oder doch stark krankheitsanfällig wird, genau ebenso ergeht es der Sorte, wenn sie unter ihr nicht zusagende Umweltsbedingungen gerät. „Sie hat zunächst mit physiologischen Hemmungen zu kämpfen, welche sie aus einem normalen Gesundheitszustande, dem Gleichgewicht mit den Umweltkräften, herausreißen, sie wird weniger widerstandsfähig gegen Krankheiten und unterliegt schließlich den zu einem allgemeinen Daseinsminimum zusammenwirkenden Umweltkräften." Hierin sieht Werneck-Willingrain zum wesentlichen Teil die Erklärung des in der Landwirtschaft mit dem Ausdruck „Abbau" bezeichneten Vorgangs. Er macht den ausgedehnten Saatgutverkehr von Mitteleuropa in alle möglichen Vegetationsregionen, der zum Anbau vegetationsfremder Sorten führt, dafür verantwortlich, daß weite Gebiete von den verschiedensten Krankheiten heimgesucht werden.

Es kann demnach keinem Zweifel unterliegen, daß die erste Forderung der Pflanzenhygiene sein muß, der Pflanze einen ihrem ökologischen Optimum möglichst genau entsprechenden Standort zu bieten. Wir werden dadurch von vornherein der Gefahr entgegenarbeiten, daß die Pflanze in den Zustand der abnormen Prädisposition gerät. Für die Verhinderung des Auftretens parasitärer Pflanzenkrankheiten ist aber hinsichtlich des Standortes noch ein weiterer Gesichtspunkt zu beachten.

Zunächst einmal ist die abnorme Prädisposition der Pflanze keineswegs in allen Fällen unerläßliche Voraussetzung für den Befall durch Parasiten. Infolgedessen kann auch ihre Ausschaltung durch Anbau an einem lediglich unter Berücksichtigung des ökologischen Optimums der Pflanze geeigneten Standort nicht genügen, um dem Befall vorzubeugen. Dazu kommt, daß der Standort auf die normale Prädisposition der Pflanze nur einen beschränkten Einfluß ausübt. Es ist deshalb unerläßlich, den Standort auch auf die Entwicklungsbedingungen zu prüfen, die er den Parasiten unserer Kulturpflanzen gewährt.

Das Prinzip des ökologischen Optimums gilt naturgemäß nicht nur für die höheren Pflanzen, sondern in gleicher Weise für alle Organismen, also auch für die tierischen und pflanzlichen Parasiten. Auch sie haben, pflanzengeographisch betrachtet, ihr ökologisches Optimum. Aber die Dinge liegen hier insofern wesentlich verwickelter, als das ökologische Optimum der Parasiten über diejenigen Faktoren hinaus, die für das Optimum der Kulturpflanzen maßgebend sind,

[1]) Werneck-Willingrain, H. L., Der Getreidebau auf pflanzengeographischer Grundlage. Pflanzenbau **1**, 1925/6, 394ff.

noch durch das Vorhandensein und die Beschaffenheit der letzteren entscheidend beeinflußt wird.

Dieses außerordentlich komplizierte Zusammenspiel der verschiedensten Komponenten kommt z. B. in der Vermutung Sachtlebens[1]) sehr deutlich zum Ausdruck, daß die Witterungsverhältnisse nur dann eine Massenvermehrung der Forleule hervorrufen, wenn auch die Bodenbeschaffenheit (Bodendecke und Bodenflora) und die Bestandsverhältnisse (Alter und Zusammensetzung der Bestände, Bestandbonität) dem Entstehen einer Forleulenkalamität günstig sind.

In der Schwierigkeit, diese vielfachen und verwickelten Wechselbeziehungen aufzudecken, ist der Grund für unsere noch sehr unzureichenden Kenntnisse zu suchen, ob und warum eine Art in einer bestimmten Gegend als Schädling auftritt oder nicht, und welches die Bedingungen für eine allgemeine Tendenz zu Übervermehrungen sind. Wilke[2]) weist mit Recht darauf hin, daß nicht aus dem Forschen nach Einzelheiten, sondern aus der Ganzheitsforschung das Verständnis für diese Zusammenhänge erwächst. Deshalb ist es noch ein weiter Weg bis zu dem Ziel, „that in the future parasites may be regarded, not as pests to be destroyed, but as a very valuable indicator provided by nature for checking the proceedings of the agriculturist"[3]).

Für die Berücksichtigung des Standortes ist nun von entscheidender Bedeutung, daß er im wesentlichen als eine feste Größe anzusehen ist.

„Immer noch gibt die Endsumme sämtlicher Umweltfaktoren, wie sie von der Natur geboten werden, den Ausschlag, während jene Faktoren, welche der Mensch ganz oder teilweise zu beherrschen glaubt, das gesamte Bild der Verteilung der Kulturpflanzen verhältnismäßig wenig beeinflussen, dagegen nur im gegebenen Rahmen abzustufen vermögen."[4])

Das hat zur Folge, daß das ökologische Optimum weniger durch Wahl eines entsprechenden Standortes als vielmehr durch Auswahl von dem Standort angepaßten Kulturpflanzen zu erreichen sein wird. Hinsichtlich des ersteren wird uns in der Hauptsache nur eine negative Auslese übrig bleiben, eine Ausschaltung ungeeigneter Standorte, falls nicht eine Behebung der diesen anhaftenden Mängel durch die später zu besprechenden Maßnahmen möglich ist. Im Einklang damit steht die Anschauung v. Rümkers[5]), man müsse im allgemeinen daran festhalten, in größerem Umfang möglichst nur das zu bauen, dessen Gedeihen von der Natur der Örtlichkeit gesichert oder begünstigt wird, da bei Überschreiten der durch Boden und Klima sowie durch den Intensitätsgrad der ganzen Wirtschaft meist ziemlich scharf vorgezeichneten Grenzen nicht nur die Produktionsunkosten, sondern auch das Risiko gesteigert würden, und zwar in desto höherem Maße, je erzwungener der Anbau der betreffenden Pflanzenformen an einem Orte sei. Risiko heißt in diesem Fall nichts anderes als Erhöhung der Krankheitsanfälligkeit.

---

[1]) Sachtleben, H., Die Forleule. Berlin 1929, S. 98.

[2]) Wilke, S., Über die Bedeutung tier- und pflanzengeographischer Betrachtungsweise für den Forstschutz. Arb. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstw. **18**, 1931, 584.

[3]) Zitiert nach Mumford, E. P., Cotton Stainers and certain other sapfeeding insect pests of the cotton plant. London 1926, S. 25.

[4]) Werneck-Willingrain, H. L., Der Pflanzenbau in Niederösterreich auf naturgesetzlicher Grundlage. Leipzig 1924, S. 4.

[5]) Rümker, K. v., Über Fruchtfolge. 5. Aufl. Berlin 1920, S. 36.

Suchen wir nach Richtlinien für eine den Grundsätzen der Hygiene entsprechende Beschaffenheit des Standortes im Sinne der eingangs gegebenen Definition, so müssen wir feststellen, daß uns bislang nur wenige exakte Unterlagen zur Verfügung stehen. Das hat seinen sehr naheliegenden Grund darin, daß man bisher überwiegend die Abhängigkeit der Entwicklung der Pflanzen und ihrer Parasiten von einzelnen Faktoren, nicht von dem Standort als Ganzem, untersucht hat, obwohl erstere doch in engster, schwer trennbarer Wechselwirkung miteinander stehen. Ja, man ist sich über die umfassende Bedeutung des Standortbegriffes vielfach gar nicht einmal recht klar geworden, wie z. B. eine Äußerung Piepers[1]) zeigt, der die Gunst der klimatischen Lage als Standort bezeichnet, während häufiger noch nur der Boden unter Standort verstanden wird. Vor allem aber scheint man, wie Wilke[2]) betont, bei den parasitären Erkrankungen häufig vergessen zu haben, daß für den Parasiten auch die Pflanze selbst zu den Standortsfaktoren gehört. Die einzige Methode, die den Standort zunächst als Ganzes betrachtet und erst in der Folge die einzelnen Faktoren in ihrer Wirkung zu isolieren sucht, die tier- und pflanzengeographische Betrachtungsweise, ist erst neuerdings der Erforschung des günstigsten Standortes unserer Kulturpflanzen nutzbar gemacht worden. Diese Methode muß naturgemäß besonders großen Wert haben, ja, letzten Endes allein zum Ziel führen können, sobald es sich um parasitäre Erkrankungen handelt, da hier das Zusammenspiel der verschiedensten Faktoren noch weit verwickelter ist als bei den nicht parasitären. Aber auch für die Verhütung der letzteren sowie der abnormen Prädisposition bietet uns dies Verfahren wertvollste Anhaltspunkte. Nachdem uns die Pflanzengeographie zunächst floristisch die Gesamtverbreitung der einzelnen Arten aufgezeigt und späterhin durch die ökologische Forschungsrichtung klargelegt hat, welche jetzt herrschenden äußeren Einflüsse es einer Pflanzensippe ermöglichen, in ihrem heutigen Siedlungsgebiet zu bestehen, können wir unschwer in großen Zügen feststellen, ob eine Pflanzenart in einer bestimmten Gegend ihr ökologisches Optimum findet oder wie weit sie sich dort von diesem entfernt und ihrer unteren Daseinsschwelle nähert.[3]) Ist letzteres der Fall, so werden wir von dem Anbau absehen, um die Gefahr zunehmender Krankheitsanfälligkeit zu vermeiden. Sind nun außerdem auch für die Parasiten die entsprechenden Beobachtungen gesammelt, so gewinnen wir unter Umständen die weitere Möglichkeit, in Gebieten des ökologischen Optimums der letzteren den Anbau der von ihnen befallenen Kulturpflanzenarten zu vermeiden. Das hat freilich wahrscheinlich nur Gültigkeit, soweit es sich nicht um echte Seuchen handelt. Denn „eine echte Seuche wirkt um so vehementer, je mehr der Lebensraum des Erregers mit dem des Wirtes zusammenfällt".[4]) Als Beispiel nennt Merkenschlager *Phytophthora infestans*, über deren Verbreitung in Rußland im Zusammenhang mit

[1]) Pieper, Standortbewertung bei Kartoffeln. Deutsche landw. Presse **54**, 1927, 272.

[2]) Wilke, S., Über die Bedeutung tier- und pflanzengeographischer Betrachtungsweise für den Forstschutz. Arb. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstw. **18**, 1931, 584.

[3]) Z. B. Engelbrecht, Th., Die Landbauzonen der außertropischen Länder. Berlin 1899.

[4]) Merkenschlager, F., Die Wasserbilanzkrisen der Kulturpflanzen und ihre phytopathologische Bedeutung. Angew. Botanik **12**, 1930, 446.

dem Umfang des Kartoffelbaus wir Roschdestwensky[1]) wertvolle kartographische Aufzeichnungen verdanken, die das Gesagte zu bestätigen scheinen.

Für den Waldbau bedeutet die Schaffung derartiger Unterlagen bereits einen großen Gewinn, da für ihn die Frage nach der Anbaueignung von Pflanzenarten als niedrigster Formeneinheit zunächst im Vordergrund steht. Klar herausgearbeitet und zur praktischen Nutzanwendung in der gekennzeichneten Richtung empfohlen sind sie für deutsche Verhältnisse vor allem von Rubner[2]) und von Dengler[3]), nachdem Mayr[4]) die Bedeutung der pflanzengeographischen Forschung für die Weiterentwicklung des Waldbaus erkannt und betont hatte. Rubner[5]) kommt zu dem Schluß, daß alle Holzarten auch heute noch dort reine Bestände bilden können, wo optimale Bedingungen für sie herrschen. Letztere sind auch der sicherste Schutz gegen parasitäre Erkrankungen. Ihre Untersuchung auf pflanzen- und tiergeographischer Grundlage ist erst in neuester Zeit durch Wilke[6]) in Angriff genommen worden.

Er hat die Fichte in ihrem Verhalten gegenüber drei verschiedenen Insekten beobachtet, von denen zwei, *Lymantria monacha L.* und *Ips typographus L.* außerhalb, eines, *Hylurgops glabratus Zett.*, innerhalb der Fichte ihr Optimum finden. Schädlich werden nur die beiden ersten. Ihre Schädigungen für die mitteleuropäischen Fichtenwaldungen sind aber lediglich die Folge übermäßigen reinen Fichtenbaues außerhalb des natürlichen Verbreitungsgebietes der Fichte. Erst dadurch werden die Häufigkeit und der katastrophale Umfang von Primärschädigungen durch atmosphärische Einwirkungen, durch die Nonne u. a. ermöglicht, die zu entsprechend großen Sekundärschäden durch Borkenkäfer führen.

Dementsprechend ist die sicherste Schutzmaßnahme die Beschränkung des Fichtenanbaus auf die eigentliche Nadelwaldzone, die frei von Nonnenschäden ist. Rubner[7]) weist, ohne freilich sich auf so sichere Unterlagen wie die von Wilke geschaffenen stützen zu können, auf eine Reihe weiterer Beispiele parasitärer Erkrankungen hin, denen man durch Beschränkung des Anbaus der einzelnen Holzarten auf ihr natürliches Verbreitungsgebiet begegnen kann. Die neueren Erkenntnisse in der Forstwissenschaft zeigen allerdings mit wachsender Deutlichkeit, daß die ökologische Pflanzengeographie es nicht bei den Pflanzenarten bewenden lassen darf, wenn sie weiterhin brauchbare Unterlagen für die Hygiene des Waldbaus schaffen will, daß sie vielmehr ihre Beobachtungen auf das Verbreitungsgebiet von Varietäten und Rassen ausdehnen muß. Turesson[8]) hat an Hand von zahlreichen Beispielen nachgewiesen, daß das Verständnis

---

[1]) Klemm, Kartoffelkrankheiten und Ernten in Rußland. Kartoffel **11**, 1931, 215—217.

[2]) Rubner, K., Die pflanzengeographisch-ökologischen Grundlagen des Waldbaus. 3. Aufl. Neudamm 1934.

[3]) Dengler, A., Waldbau auf ökologischer Grundlage. Berlin 1930.

[4]) Mayr, H., Waldbau auf naturgesetzlicher Grundlage. Berlin 1930.

[5]) Rubner, K., Die Bedeutung der forstlichen Pflanzengeographie für den praktischen Waldbau. Allg. Forst- und Jagdztg. **100**, 1924, 142.

[6]) Wilke, S., Über die Bedeutung tier- und pflanzengeographischer Betrachtungsweise für den Forstschutz. Arb. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstw. **18**, 1931, 583—675.

[7]) Rubner, K., Die pflanzengeographischen Grundlagen des Waldbaus. 3. Aufl. Neudamm 1934, S. 328ff.

[8]) Turesson, G., Die Bedeutung der Rassenökologie für die Systematik und Geographie der Pflanzen. Fedde's Repertorium specierum novarum regni vegetabilis. Beihefte **41**, 1926, 15—37.

von Ökologie und geographischer Verbreitung einer Art vor allem ein Studium der verschiedenen Ökotypen der Art voraussetzt. Unter Ökotypen werden dabei diejenigen Biotypengruppen verstanden, die sich infolge der von den Standortsfaktoren ausgeübten Selektionswirkung aus der heterogenen Artpopulation herausdifferenziert haben. Daß solche Ökotypen auch innerhalb der Arten unserer Waldbäume eine ausschlaggebende Rolle spielen, kann heute keinem Zweifel mehr unterliegen. Zusammenfassend hat erstmalig Cieslar[1]) auf die Bedeutung klimatischer Varietäten unserer Holzarten für den Waldbau hingewiesen. In neuester Zeit ist der Begriff der physiologischen Varietät durch den der Standortsrassse ersetzt worden, wie Münch[2]) ihn umschreibt. Er versteht darunter die Zusammenfassung der physiologischen Einheiten innerhalb der Art. Wenn Dengler[3]) festgestellt hat, daß vielfach genau mit der ursprünglichen Verbreitungsgrenze das gute Gedeihen der Kiefer scharf abschneidet, so darf das nach Münch[4]) nicht damit erklärt werden, „daß außerhalb dieses Gebietes das Klima für ‚die' Kiefer nicht geeignet sei. Es ist nur für gewisse Rassen nicht geeignet." Und wenn Rubner[5]) dem künstlichen Lärchenanbau nur dann einen Erfolg verspricht, wenn man den Ansprüchen Rechnung trägt, wie sie aus dem natürlichen Verbreitungsgebiet bekannt sind, so betont Münch[6]), daß auch das „Lärchenrätsel" nur als Rassenfrage zu lösen ist. Für den Waldbau sind aus diesen Erkenntnissen wichtige Schlußfolgerungen abgeleitet worden, die ihren Ausdruck in der Forderung nach sorgfältigster Berücksichtigung der Provenienz des Saatgutes gefunden haben und auf die noch an anderer Stelle kurz einzugehen sein wird.

Für den landwirtschaftlichen Pflanzenbau reichen tier- bzw. pflanzengeographische Untersuchungen, die sich nur auf die Arten erstrecken, noch weniger als für den Waldbau aus, weil hier die Frage, welche Art wir anbauen sollen, meist vollkommen zurücktritt hinter der Frage, welche Rasse oder Sorte wir wählen. In den Grenzgebieten oder bei dem Versuch der Einführung einer Art in ein Gebiet, in dem sie bisher noch nicht gebaut wird, ist freilich auch erstere Frage von Wichtigkeit. Es braucht nur an die Begrenzung des Anbaus unserer Getreidearten nach Norden und Osten durch die Winterkälte und an die Bemühungen um den Anbau der Sojabohne in Deutschland erinnert zu werden.

Es ist das Verdienst Werneck-Willingrains[7]), nachdrücklichst für die Übertragung der pflanzengeographischen Forschungsmethode auf den landwirt-

---

[1]) Cieslar, A., Die Bedeutung klimatischer Varietäten unserer Holzarten für den Waldbau. Zentralbl. f. d. ges. Forstwesen **33**, 1907, 1ff.

[2]) Münch, E., Über Standortsrassen der Waldbäume. Beih. Bot. Zentralbl. **49**, 1932, 292—308.

[3]) Dengler, A., Die Horizontalverbreitung der Kiefer *(Pinus silvestris L.)*. Neudamm 1904.

[4]) Münch, E., Beiträge zur Kenntnis der Kiefernrassen Deutschlands. Allg. Forst- u. Jagdztg. **100**, 1924, 540ff.

[5]) Rubner, K., Die pflanzengeographischen Grundlagen des Waldbaus. 2. Aufl. Neudamm 1925, S. 230.

[6]) Münch, E., Das Lärchenrätsel als Rassenfrage. Tharandter Forstl. Jahrb. **84**, 1933, 438—531.

[7]) Werneck-Willingrain, H. L., Der Pflanzenbau in Niederösterreich auf naturgesetzlicher Grundlage. Leipzig 1924.

schaftlichen Pflanzenbau eingetreten zu sein und die Grundlagen einer landwirtschaftlichen Pflanzengeographie umrissen zu haben.

Er geht davon aus, daß die Vegetationsregionen der wilden Pflanzen durch die Verbreitung bestimmter Arten gleichzeitig auch gleich gestimmte Daseinsbedingungen für die entsprechenden Sorten der Kulturpflanzen aufdecken. Die Vertreter der wilden Pflanzen in einer bestimmten Gegend spielen somit für die landwirtschaftliche Pflanzengeographie die Rolle von Leitpflanzen. Ihr Vorkommen läßt auf eine Reihe von Eigenschaften und Merkmalen schließen, welche unbedingt auch bei den Kulturpflanzen vorhanden sein müssen, wenn sie die Forderung nach höchster Leistung wirklich und auf die Dauer erfüllen sollen. Durch entsprechenden Vergleich lassen sich aus der gleichartigen Besiedlungskraft der wilden und der kultivierten Pflanzen natürliche Siedlungsgebiete, Pflanzenbaugebiete, abgrenzen. Werneck hat solche zunächst für den Getreidebau Nieder-Österreichs aufgestellt[1]) und die für die einzelnen Gebiete erforderlichen Sortentypen charakterisiert. Die Abgrenzung derartiger Gebiete ist einerseits auf andere Länder, andererseits auf andere Kulturpflanzen auszudehnen.

Die pflanzengeographische Kennzeichnung der einzelnen Sorten gibt dann die Gebiete an, die ihrem ökologischen Optimum mehr oder weniger entsprechen, und durch den Anbau dort ist die beste Gewähr für die Vermeidung ihrer abnormen Prädisposition gegeben. Ein lehrreiches Beispiel für die Richtigkeit dieser Gedankengänge scheint das Auftreten der Abbauerscheinungen der Kartoffel in Rußland zu bieten. Roschdestwensky[2]) hat an Hand aufschlußreichen Kartenmaterials gezeigt, daß mit zunehmender Entfernung von den günstigsten Kartoffelgebieten die Abbaukrankheiten zunehmen, so daß wir also durch Beschränkung des Anbaus auf optimale Lagen ihnen am besten entgegenarbeiten.

Die Auffassung Wernecks vermittelt uns weiter das Verständnis für den namentlich in der Forstwissenschaft schon lange erörterten Begriff des Herkunftwertes. Sorten, die aus ihrem bisherigen ökologischen Optimum in eine neue pflanzengeographische Umwelt versetzt werden, müssen dort naturgemäß ganz verschieden reagieren, je nachdem ob die neuen Umweltbedingungen mit den alten übereinstimmen oder wesentlich von ihnen abweichen und sich mehr oder weniger von dem ökologischen Optimum entfernen. Die Klarlegung dieser wechselseitigen Beziehungen begegnet im einzelnen großen Schwierigkeiten. Ihre überragende Wichtigkeit für die Erzielung gesunder und leistungsfähiger Pflanzenbestände findet aber in steigendem Maße Anerkennung.

Namentlich für den Kartoffelbau wird der Herkunft eine ausschlaggebende Bedeutung beigemessen. Hier ist die pflanzengeographische Betrachtung erstmalig von Merkenschlager[3]) angewandt worden, nachdem Ziegler[4]) in seiner Theorie von der „Korrespondenz der Lagen" die Zusammenhänge zwischen Ausgangs- und Nachbauort dargelegt hatte. Für den Getreidebau sind in neuester Zeit entsprechende Beziehungen durch die umfangreichen Untersuchungen von Scheibe[5]) am Hafer aufgedeckt worden. Diese geben ein klares Bild von den „biologischen Folgen, die sich aus der Verwendung einer bestimmten Saatgutkon-

---

[1]) Werneck-Willingrain, H. L., Der Getreidebau auf pflanzengeographischer Grundlage. Pflanzenbau **1**, 1925/6, 394ff.

[2]) Klemm, Kartoffelkrankheiten und Ernten in Rußland. Kartoffel **11**, 1931, 215—217.

[3]) Merkenschlager, F., Zur Biologie der Kartoffel. Arb. Biol. Reichsanst. f. Land- und Forstw. **17**, 1929, 224ff.

[4]) Ziegler, O., Beiträge zum Abbauproblem der Kartoffel. München 1927.

[5]) Scheibe, A., Die Schoß- und Reifeperiode des Hafers in ihrer Abhängigkeit von der physiologischen Konstitution des Saatgutes. Angew. Botanik **16**, 1934, 118. (Literatur!)

stitution bei einem Hafergenotypus für einen bestimmten Anbau- bzw. Nachbauort ergeben". Seit langem bekannt ist die Bedeutung der Herkunft bei Klee- und Luzernesaatgut, deren Berücksichtigung in der landwirtschaftlichen Praxis eine Selbstverständlichkeit sein sollte.[1]) Am frühesten aber dürfte die Bedeutung des Herkunftwertes im Waldbau erkannt sein. Schon 1890 hat Cieslar[2]) gefordert, „die Zuchtwahl sollte in erster Linie dahin wirken, daß für jede Holzart und für jedes Wuchsgebiet ein im richtigen Standort geerntetes Saatgut verwendet werde, um Bäume zu ziehen, welche durch Vererbung seit vielen Generationen für die konkreten Standorte in jeder Hinsicht wirtschaftlich die geeignetsten sind." Seitdem ist in der forstwissenschaftlichen Literatur immer wieder auf die Verwendung von Samen geeigneter Provenienz hingewiesen worden. Engler[3]) meint 1913: „Wenn wir, soweit möglich, unsere Wälder natürlich verjüngen und unablässig eine intensive Bestandspflege üben, und wenn wir, wo die Bestandesgründung künstlich erfolgen muß, Samen von geeigneter Provenienz verwenden, so haben wir in bezug auf die forstliche Zuchtwahl alles getan, was in unserer Macht steht." Und Rubner[4]) legt auch deshalb auf die geographische Behandlung des Waldbaus größten Wert, weil die Provenienz des Samens in der Forstwirtschaft von grundlegender Bedeutung ist.

Ist also die pflanzengeographische Betrachtungsweise bei entsprechender Verfeinerung in hervorragendem Maße geeignet, wertvolle Gesichtspunkte für die Verhütung von nichtparasitären Erkrankungen und abnormer Prädisposition unserer landwirtschaftlichen Kulturpflanzen zu bieten, so gilt das in gleicher Weise für die parasitären Erkrankungen. Auch hier stecken wir freilich noch in den ersten Anfängen.

Werneck-Willingrain[5]) hat die tatsächliche Verbreitung und die Verbreitungsmöglichkeit von *Cuscuta racemosa var. suaveolens* pflanzengeographisch untersucht. Es ist ihm gelungen, Gegenden mit optimalen Entwicklungsbedingungen für diesen Schädling ausfindig zu machen, in denen der Anbau von Luzerne und Klee namentlich zur Saatguterzeugung am besten zu unterlassen ist. Bei den Untersuchungen von Schnauer[6]) ist eine spezialisierte Form der tiergeographischen Forschungsmethode zur Anwendung gelangt, die Wilke[7]) mit Escherich als historisch-statistisch-klimatologische bezeichnet. Schnauer hat für eine Anzahl von Schädlingen festzustellen gesucht, ob sie gewisse Gegenden innerhalb Deutschlands bevorzugen; diese Gebiete hat er nach Möglichkeit kartographisch festgelegt und daraus Schlüsse auf die für das Auftreten maßgebenden Standortsfaktoren zu ziehen gesucht.

Hier wird also bewußt eine Auflösung des Standortbegriffes in seine einzelnen Komponenten angestrebt, während die geographische Forschungsmethode ihn als Ganzes betrachtet, gleichzeitig damit freilich die Grundlagen für spätere Einzeluntersuchungen schafft.

---

[1]) Wittmack, L., Landwirtschaftliche Samenkunde. Berlin 1922.

[2]) Cieslar, A., Die Zuchtwahl in der Forstwirtschaft. Zentralbl. f. d. ges. Forstwesen **16**, 1890, 451.

[3]) Engler, A., Der heutige Stand der forstlichen Samenprovenienzfrage. Naturw. Ztschr. f. Forst- und Landwirtschaft **11**, 1913, 441ff.

[4]) Rubner, K., Die pflanzengeographischen Grundlagen des Waldbaus. 3. Aufl. Neudamm 1934, S. 288.

[5]) Werneck-Willingrain, H. L., Die Grobseide und ihr natürliches Verbreitungsgebiet in Europa. Wiener landw. Ztg. **73**, 1923, 93—94.

[6]) Schnauer, W., Untersuchungen über Schadgebiet und Umweltfaktoren einiger landwirtschaftlicher Schädlinge in Deutschland auf Grund statistischer Unterlagen. Ztschr. f. angew. Entomologie **15**, 1929, 565—627.

[7]) Wilke, S., Über die Bedeutung tier- und pflanzengeographischer Betrachtungsweise für den Forstschutz. Arb. Biolog. Reichsanst. f. Land- und Forstw. **18**, 1931, 585.

2. Berücksichtigung einzelner Standortsfaktoren

Das führt zu der Frage, ob und wie weit es möglich ist, durch hygienisch bestimmte Berücksichtigung nicht nur des Standortes als Ganzem, sondern auch einzelner Standortsfaktoren dem Auftreten von Pflanzenkrankheiten vorzubeugen. Bevor sie erörtert wird, erscheint es wesentlich, nochmals zu betonen, daß die reinliche Scheidung der einzelnen Faktoren in vielen Fällen großen Schwierigkeiten begegnet, eben weil sie in zu enger Wechselwirkung miteinander stehen. Andererseits wird es aber doch häufig möglich sein, wenigstens festzustellen, welchem von ihnen die größere Bedeutung beizumessen ist, welchem deshalb beim Anbau in erster Linie Beachtung zu schenken ist.

Im allgemeinen faßt man die Standortsfaktoren entsprechend der früher für den Standort gegebenen Definition in drei Gruppen als klimatische, edaphische und biotische Faktoren zusammen. Von einer Besprechung der letzten Gruppe kann an dieser Stelle abgesehen werden, da die hierhin gehörigen Fragen bei der hier getroffenen Anordnung in späteren Abschnitten ausführlich behandelt werden. Dagegen scheint eine gesonderte Betrachtung derjenigen Möglichkeiten zur Krankheitsverhütung angezeigt, die durch Berücksichtigung örtlich eng begrenzter Veränderungen von Klima und Boden gegeben sind.

α) Klima

Dem Klima ist insofern eine Sonderstellung einzuräumen, als es eine Beeinflussung durch den Menschen fast völlig ausschließt und wir infolgedessen gezwungen sind, uns beim Anbau der Kulturpflanzen durch entsprechende Arten- und Sortenwahl den jeweiligen Klimabedingungen nach Möglichkeit anzupassen. Das wird in besonderem Maße naturgemäß immer dann erforderlich sein, wenn eine normale Konstitution der Pflanze in erster Linie von dem Klima abhängt, wie es z. B. nach Merkenschlager[1]) für die Kartoffel zutrifft.

Für die Verbreitung der Pflanzkartoffelgebiete ist das Klima ausschlaggebend. Mäßig kühle Regionen mit hoher Luftfeuchtigkeit sind Voraussetzung für gesunde Bestände von hohem Pflanzgutwert. Nur bei ungünstigen klimatischen Bedingungen macht sich die geologische Formation bestimmend bemerkbar, die sonst leicht durch das Klima überdeckt wird. Auf die vermutliche Bedeutung dieser Zusammenhänge für die Verhütung des Abbaus ist schon oben hingewiesen worden.

Charakteristische Beispiele des klimabedingten Anbaus bieten auch die Getreidearten.

Unter ihnen hebt sich der Hafer durch seine hohen Ansprüche an den Wassergehalt des Bodens und der Luft heraus. Je kontinentaler das Klima wird, desto mehr muß er durch die Gerste abgelöst werden. Roemer[2]) bezeichnet für Deutschland den Austausch von Hafer gegen Gerste aus klimatischen Gründen als geradezu dringend nötig überall dort, wo die Niederschläge für Hafer nicht ausreichen. Durch eine dementsprechende Beschränkung des Haferanbaus wird man auch am sichersten der ökologisch bedingten Weißährigkeit, vielleicht

[1]) Merkenschlager, F., Geographie und Ökologie der Kartoffel. Arb. Biolog. Reichsanst. f. Land- und Forstw. **17**, 1930, 225—252.

[2]) Römer, Th., Umstellung des deutschen Getreidebaus. Berichte über Landwirtsch. Sonderheft **27**, 1930, 20.

auch der Dörrfleckenkrankheit begegnen.[1]) Zwischen Weizen und Roggen bestehen ähnliche Gegensätze, nur daß sie in diesem Fall in erster Linie die Temperaturansprüche betreffen. Ersterer ist entschieden wärmebedürftiger als letzterer, der in den höheren Lagen Deutschlands nicht durch Weizen ersetzt werden kann, weil tiefe Temperaturen und Schneemengen es nicht gestatten.[2]) Im übrigen ist aber die natürlich bedingte Verteilung des Roggenbaus in Deutschland durch den Boden und nicht durch das Klima bestimmt.

Eine entscheidende Rolle spielt das Klima namentlich bei der natürlichen Verbreitung unserer wichtigsten Holzarten; hier wird besonders deutlich, mit welchen Gefahren der künstliche Anbau außerhalb des natürlichen Verbreitungsgebietes verbunden ist, der in der Mehrzahl der Fälle zum Mißerfolg führt.

Busse[3]) vermutet, daß das natürliche Verbreitungsgebiet der Tanne von ihrem hohen Feuchtigkeitsbedürfnis und der Spätfrostempfindlichkeit bestimmt wird. Durch das „unheimliche Gespenst" des Tannensterbens ist sie heute, wie Wiedemann[4]) sagt, zu der unzuverlässigsten von unseren sämtlichen deutschen Holzarten geworden. Er nimmt an, daß die Krankheit eine Epidemie der Tannenrindenwollaus ist, die von Mitteldeutschland aus in den letzten Jahrzehnten sich über fast das ganze Verbreitungsgebiet der Tanne ausgedehnt hat. Im Gegensatz zu ihm vertritt Graser[5]) den Standpunkt, daß es unter allseitig optimalen Standorts-, Bestands- und Wirtschaftsverhältnissen auch heute noch kein Tannensterben gibt. „Das Tannensterben hat an den Grenzen des horizontalen und vertikalen Verbreitungsgebietes in Dürrezeiten eingesetzt, weil sich fehlerhafte Wirtschaftsformen naturgemäß um so stärker auswirken und das Tannensterben um so mehr besorgniserregend gestalten mußten, je weiter die örtlichen Standorts- und Bestandsverhältnisse von optimaler Gestaltung entfernt waren. Es kommt darauf an, naturgemäße Lebensbedingungen für die Tanne wiederherzustellen." Der Tanne steht im ökologischen Verhalten die Fichte vielfach nahe; zum Teil fallen die Verbreitungsgebietsgrenzen zusammen. Dem Anbau der Fichte in Mitteleuropa setzen ungenügende Wasserversorgung in der Vegetationszeit und zu milde Winter, d. h. zu lang ausgedehnte Vegetationszeit eine Grenze.[6]) Ihre künstliche Einführung in die winterwarmen Gebiete hat immer versagt. Als bezeichnendes Beispiel führt Rubner[6]) den Bienwald in der Pfalz an, wo die Fichte vermutlich infolge Verlängerung der Vegetationsperiode so stark unter *Nematus abietinus* leidet, daß von dem weiteren Anbau abgesehen werden muß. In ähnlicher Weise macht Oppermann[7]) das mittelfeuchte Küstenklima in Dänemark für den starken Befall der dort nicht einheimischen Fichten durch Rotfäule und andere Pilzkrankheiten verantwortlich. Nehmen wir die früher besprochene Gefährdung des Fichtenanbaus durch *Lymantria monacha* und *Ips typographus* hinzu, so erscheint die Frage Rubners[8]) verständlich, ob es noch nicht genug der Schäden und Gefahren sei, denen die Fichte außerhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebietes unterliege und ob man

---

[1]) Merkenschlager, F. und Klinkowski, M., Sind Weißährigkeit und Dörrfleckenkrankheit als verschiedene Krankheitsformen einer gleichen physiologischen Störungsgruppe aufzufassen? Nachrichtenbl. f. d. deutschen Pflanzenschutzdienst **8**, 1928, 104—105. — Körting, A., Beitrag zur Kenntnis der Lebensgewohnheiten und der phytopathologischen Bedeutung einiger an Getreide lebenden Thysanopteren. Ztschr. f. angew. Entomologie **16**, 1930, 505—507.

[2]) Römer, Th., Umstellung des deutschen Getreidebaus. Berichte über Landwirtsch. Sonderheft **27**, 1930, 20.

[3]) Busse, I., Forstlexikon Bd. II. Berlin 1929, S. 306.

[4]) Wiedemann, E., Untersuchungen über das Tannensterben. Forstwiss. Zentralbl. **49**, 1927, 852.

[5]) Graser, Zur Frage des Tannensterbens. Forstwiss. Zentralbl. **53**, 1931, 133.

[6]) Rubner, K., Die pflanzengeographisch-ökologischen Grundlagen des Waldbaus. 3. Aufl. Neudamm 1934, S. 337—338.

[7]) Oppermann, A., La santé de l'épicéa en Danemark. Nach Fußnote 6, 33.

[8]) Rubner, K., Die pflanzengeographischen Grundlagen des Waldbaus. 2. Aufl. Neudamm 1925, 217.

nicht endlich Ernst machen wolle und den Fichtenanbau dort einstellen. Erwähnt sei schließlich noch wegen des auffallenden Gegensatzes zu dem Verbreitungsgebiet der Fichte dasjenige der Buche. „In der Ebene schließen sich beide Arten aus, die Buche geht nur eben bis dahin, wo die Fichte anfängt. In den Gebirgen überschneiden sich zwar die Zonen, sind in der Hauptsache aber auch hier getrennt (Buche unten, Fichte oben)."[1]) Sie ist eine mehr ozeanische Holzart, die ausgesprochen an das atlantische Klima angepaßt ist und in der Ausbreitung nach Osten durch die Spätfrostgefahr ihre Begrenzung findet.

Unter den Gemüsearten sind alle Blattgemüse durch hohe Ansprüche an Luftfeuchtigkeit gekennzeichnet.[2]) Bei den Obstarten dagegen ist wieder in erster Linie die Temperatur entscheidend. Das zeigen besonders deutlich die gegensätzlichen Anforderungen des Weins und des Apfels. Wir können geradezu von einem Wein- und von einem Apfelklima sprechen. Für den gesamten Obstbau ist namentlich die Gefahr der Frühjahrsfröste von entscheidender Bedeutung.

Auch mit Rücksicht auf die Verhütung parasitärer Erkrankungen ist die Beachtung der hier kurz skizzierten Zusammenhänge von großer Bedeutung. Das wurde ja in einzelnen Fällen schon angedeutet, in denen die Prädisposition eine große Rolle spielt. Hingewiesen sei hier auch auf die Abnahme der *Nectria*-Krebsschäden von Norwegen, wo sie besonders groß sind, nach dem Süden zu, bis sie in wärmeren Lagen südlich der Alpen ganz verschwinden.[3]) Ganz allgemein gilt, daß feuchtes Klima das Auftreten von pilzlichen, trockenes dasjenige von tierischen Parasiten begünstigt.

Aereboe[4]) weist deshalb darauf hin, daß der Kampf mit den letzteren um so leichter wird, je ozeanischer das Klima wird und daß demzufolge dort auch diejenigen Kulturpflanzen bevorzugt werden, deren Erträge im Kontinentalklima durch tierische Schädlinge sehr herabgemindert werden, wie es z. B. in hohem Maße für Raps, Rübsen und Pferdebohnen zutrifft. Dem gliedert sich auch der Befund Schnauers[5]) über das Schadgebiet von *Jassus sexnotatus Fall.* ein.

Es liegt im großen östlichen Trockengebiet Deutschlands, dem sog. subsarmatischen Klimabezirk. Das dauernde Schadauftreten dieses Parasiten ist einzig und allein von trockenwarmem Klima in seiner unmittelbaren Einwirkung auf das Insekt abhängig.

Zwei sehr schöne Beispiele für klimatisch bedingte pilzparasitäre Schädlingsplagen sind neuerdings durch Rasmussen[6]) und Schwarz[7]) bekannt geworden.

Puccinia glumarum hordei scheint ein ausgesprochenes Verbreitungsgebiet längs der dänisch-deutschen Ostseeküste zu haben. Hier wird besonders die Wintergerste befallen, von welcher der Rost dann im Frühjahr auf die Sommergerstenbestände übergeht. Rasmussen setzt sich aus diesem Grunde für die Einschränkung des Wintergerstenbaus in diesen Gebieten ein. Schwarz hat als entscheidendes Moment für die Fruchtfäulen der Feige in Kleinasien die Disposition des Wirtes erkannt. Diese wird durch übermäßig hohe Luftfeuchtig-

---

[1]) Dengler, A., Waldbau auf ökologischer Grundlage. Berlin 1930, S. 73.

[2]) Becker, I., Der Feldgemüsebau. Handbuch d. Landw. III. Berlin 1930, S. 473.

[3]) Dieses Handbuch, Bd. II, 5. Aufl. Berlin 1928, S. 557.

[4]) Aereboe, F., Landwirtschaftliche Betriebslehre. 5. Aufl. Berlin 1920, S. 453.

[5]) Schnauer, W., Untersuchungen über Schadgebiet und Umweltfaktoren einiger landwirtschaftlicher Schädlinge in Deutschland auf Grund statistischer Unterlagen. Ztschr. f. angew. Entomologie **15**, 1929, 583.

[6]) Nach Appel, O. und Scheibe, A., Beobachtungen über die Verbreitung der einzelnen Getreiderostarten in Deutschland. Mitt. Deutsche Landw. Ges. **46**, 1931, 61—63.

[7]) Schwarz, O., Beiträge zur Pathologie der Feige, *Ficus carica L. I.* Das Fruchtfäuleproblem in Kleinasien. Phytopath. Ztschr. **6**, 1933, 610, 617.

keit hervorgerufen. „Die Fruchtfäulen erweisen sich letzten Endes als Folgeerscheinungen von Störungen der Wasserbilanz der Feigenbäume, als Reaktion auf ein von der Feigenurheimat abweichendes Klima." Interessant ist nun, daß Schwarz festgestellt hat, daß der Feigenbau in den gefährdeten Gebieten an Flächenraum ständig einbüßt, wogegen im Osten des Landes zahlreiche Kulturen neu angelegt werden. „Bereits die private Initiative beschreitet also den Weg des Rückzugs in gegen übermäßige Luftfeuchtigkeit gesicherte Gebiete."

Ähnlich liegen die Dinge nach Schindler[1]) hinsichtlich des Weizens in Südamerika. Er leidet in der Nähe der Tropen zu stark unter Rost und kann deshalb erst in den trockneren, kühleren Gegenden gegenüber dem Mais überwiegen. Neuerdings hat Gaßner[2]) Feststellungen über Auftreten und Verbreitung der Getreiderostarten in Südamerika gemacht.

Er erwähnt dort u. a. starkes Auftreten von *Puccinia dispersa* auf Roggen in Südbrasilien, während 1910 noch völlige Rostfreiheit des Roggens für dieses Gebiet angegeben war. Damals ist Roggen von deutschen Kolonisten vor allem auch deshalb angebaut worden, weil er unter Rost nicht litt und daher eine ungleich sicherere Ernte gab als Weizen, bei dem man oft mehrere Jahre nacheinander mit einer völligen Mißernte rechnen mußte.

Ist den allgemeinen klimatischen Voraussetzungen wie sie z. B. für Deutschland namentlich von Werth[3]) übersichtlich dargestellt worden sind, durch Auswahl entsprechender Pflanzenarten Rechnung getragen worden, so handelt es sich weiterhin darum, den unterschiedlichen Bedingungen, die innerhalb des für eine Art geeigneten Klimabezirks auftreten, gerecht zu werden. Dazu ist die Möglichkeit gegeben durch das verschiedene physiologische Verhalten der Sorten der gleichen Art.

Im Obstbau spricht man geradezu von Klimasorten im Gegensatz zu Bodensorten. Letztere sind solche, deren Anbau in erster Linie durch Bodenansprüche bedingt wird, während sie vom Klima weitgehend unabhängig sind. Umgekehrt liegt es bei den Klimasorten. Als Beispiel für diese führt v. Arnoldi[4]) den „Schönen von Boskoop" an, für jene die „Wintergoldparmäne". Auch bei den Gemüsearten gibt es Sorten, die als reine Klimasorten bezeichnet werden müssen.[5]) Auf die Bedeutung der Klimarassen für den Waldbau ist bereits hingewiesen worden. Welche außerordentlich großen Vorteile die Ausnutzung der unterschiedlichen Temperaturansprüche der Getreidesorten gewährt, ist bekannt. Es braucht nur an den Siegeszug des Square-head Weizens in Europa von Westen nach Osten erinnert zu werden, um zu zeigen, wie weit durch richtige Sortenwahl Frostschäden begegnet und die Anbaufläche einer Art ausgedehnt werden kann. Ähnlich liegen die Dinge beim Wintergerstenbau. Auch in den Feuchtigkeitsansprüchen bestehen sortenweise große Unterschiede. Hierbei handelt es sich aber weniger um die Luftfeuchtigkeit als um die Bodenfeuchtigkeit. Denn die Wasseraufnahme erfolgt in erster Linie aus dem Boden.

Die enge Beziehung zwischen den beiden Standortsfaktoren Klima und Boden, deren Wechselwirkung für die Bildung der Bodenarten von entscheidender Bedeutung ist, tritt eben auch bei dem Wasserbedarf der Kulturpflanzen in die Erscheinung. Als besonders lehrreiches Beispiel hierfür sei das von Wiedemann[6]) eingehend untersuchte Fichtensterben in Sachsen angeführt:

[1]) Schindler, F., Handbuch des Getreidebaus. 3. Aufl. Berlin 1923, S. 154.

[2]) Gassner, G., Neue Feststellungen über Auftreten und Verbreitung der Getreiderostarten in Südamerika. Phytopath. Ztschr. **4**, 1931, 196.

[3]) Werth, E., Klima- und Vegetationsgliederung in Deutschland. Mitt. Biolog. Reichsanst. f. Land- und Forstw. **33**, 1927.

[4]) Arnoldi, Th. v., Boden- und Klimasorten. Obst- und Gemüsebau **74**, 1928, 169.

[5]) Becker, I., Handbuch des Gemüsebaus. Berlin 1924, 3.

[6]) Wiedemann, E., Zuwachsrückgang und Wuchsstockungen der Fichte in den mittleren und unteren Höhenlagen der sächsischen Staatsforsten. Tharandt 1923.

„Die Wuchsstockungen der Fichte in Sachsen beruhen auf einem engen Zusammenwirken schädlicher Einflüsse von Klima und Boden. Die Bodenveränderungen, die hauptsächlich durch die menschlichen Eingriffe der letzten Jahrhunderte verursacht sind, vor allem die Verringerung der physiologischen Tiefgründigkeit vieler Waldböden, sind dabei die bedingende Ursache; sie stören entscheidend die ursprüngliche Gleichmäßigkeit der Wasserwirtschaft im durchwurzelten Boden und zwingen die Fichte, ein abnorm oberflächliches, schlecht entwickeltes Wurzelsystem auszubilden. Die klimatischen Einflüsse, von denen die Sommerdürren an erster Stelle stehen, können auf die so disponierte Fichte viel schärfer einwirken als unter ursprünglichen Verhältnissen; sie lösen unmittelbar die schweren sichtbaren Erkrankungserscheinungen (Wuchsstockungen, teilweises oder völliges Absterben der Pflanze) aus. Da die Bodenerkrankungen ständig fortschreiten, die Sommerdürren in ihrer Häufigkeit aber wellenförmig zu- und abnehmen, so treten auch die Krankheitserscheinungen periodisch an- und abschwellend, im Durchschnitt aber ständig verschärft auf." In Übereinstimmung mit dieser Auffassung empfiehlt Hitschhold[1]) auch gegen das Fichtensterben in Ostpreußen, die Fichtennachzucht auf solchen Standorten tunlichst einzuschränken, die nicht genügend tief oder dauernd entwässert werden können, sowie auf Böden, die bereits heute eine derartige Entartung aufweisen, daß eine nachhaltige Holzzucht hier ausgeschlossen erscheint.

β) Boden

Die zweite Gruppe von Standortsfaktoren, die edaphischen, kann auch unter dem Begriff Boden zusammengefaßt werden. Der Boden bietet wesentlich mehr Möglichkeiten, der Forderung nach hygienischer Standortsberücksichtigung zu entsprechen. Denn „während pflanzengeographisch betrachtet das Klima eine sehr große Rolle für den Charakter der Flora eines Gebietes spielt, sind die edaphischen Faktoren äußerst wichtig für die Entstehung und Begrenzung bestimmter Pflanzenvereine"[2]). Letztere wechseln also im allgemeinen viel schneller, d. h. innerhalb gleichartiger Klimabezirke zeigt der Boden mehr oder weniger ausgeprägte Unterschiede. Infolgedessen ist nicht nur eine Anpassung der Pflanze an den Boden durch Arten- und Sortenwahl möglich, sondern umgekehrt auch eine Anpassung des Bodens an die Pflanze durch Auswahl des für sie geeignetsten. Dazu kommt weiter, daß ungünstige Eigenschaften des Bodens durch eine Reihe von später zu besprechenden Maßnahmen beseitigt oder doch zum mindesten nicht unerheblich gemildert werden können.

Über die Eignung eines Bodens für bestimmte Pflanzenarten lassen sich wertvolle Anhaltspunkte aus den Bodenbonitierungssystemen gewinnen, wie sie in der landwirtschaftlichen Betriebslehre ausgearbeitet worden sind.

Die Einteilung wird in erster Linie nach den Hauptgetreidearten vorgenommen; es werden aber auch andere Pflanzenarten sowie die Futterwüchsigkeit zur Beurteilung herangezogen. So spricht man von geborenen Zuckerrüben-, von geborenen Kartoffelböden usw. Neuerdings wendet man in steigendem Maße der Bodenbeurteilung auf Grund des natürlichen Pflanzenbestandes seine Aufmerksamkeit zu[3]), wobei Petersen[4]) das Hauptgewicht auf die Beziehungen des Pflanzenvorkommens zu den Feuchtigkeitsverhältnissen legt.

---

[1]) Hitschhold, Das Fichtensterben in Ostpreußen. D. deutsche Forstwirt **16**, 1934, 855.

[2]) Warming, E. und Gräbner, P., Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie. 4. Aufl. Berlin 1933, S. 6.

[3]) Mevius, W., Die Bestimmung des Fruchtbarkeitszustandes des Bodens auf Grund des natürlichen Pflanzenbestandes. In Handbuch der Bodenlehre Bd. 7. Berlin 1930. S. 49—106.

[4]) Petersen, A., Taxation von Ackerländereien auf Grund des natürlichen Pflanzenbestandes von Ackerland und Ackerrand. Berlin 1930.

Feuchtigkeit und Nährstoffgehalt des Bodens sind in erster Linie für das Gedeihen der Pflanzen entscheidend. Je einseitiger und höher die Ansprüche einer Pflanzenart sind, um so wichtiger ist die Auswahl eines geeigneten Bodens und um so zwingender der Ausschluß der betreffenden Pflanzenart, wenn ihren Bodenansprüchen nicht entsprochen werden kann.

Innerhalb der für eine Pflanzenart mehr oder weniger charakteristischen Bodenansprüche zeigen nun wieder die Sorten große Unterschiede, deren Berücksichtigung uns in den Stand setzt, eine weitgehende Übereinstimmung zwischen den gegebenen Bodenverhältnissen einerseits und den Bodenansprüchen der Pflanze andererseits zu erzielen. Dazu ist naturgemäß eine genaue Kenntnis der letzteren für jede Sorte erforderlich. Angaben hierüber finden sich in den Sortenbeschreibungen der Züchter sowie in den Sortenverzeichnissen, wie sie von den verschiedensten Stellen bearbeitet worden sind. Meist erfahren dabei die Feuchtigkeitsverhältnisse entsprechend ihrer hervorragenden Bedeutung neben der allgemeinen Bodenbeschaffenheit besondere Beachtung. Berkner[1]) legt sie beispielsweise seiner Einteilung der Sorten der verschiedenen Getreidearten zugrunde.

Er unterscheidet zwischen *Hygro-*, *Hygromeso-*, *Meso-*, *Mesoxero-* und *Xerophyten*. In wie enger Verbindung aber die verschiedenen edaphischen Faktoren mit den klimatischen stehen, zeigt gerade diese Einteilung. Nährstoffbedarf, Wasser- und Wärmeansprüche lassen fast stets mehr oder minder deutliche Beziehungen zueinander erkennen. Berkner spricht demgemäß auch von der größeren oder geringeren ökologischen Streubreite. Am größten ist sie bei den Mesophyten, diese besitzen die größte Anpassungsfähigkeit; nach beiden Seiten nimmt sie ab. Je geringer sie ist, um so wichtiger ist die Erfüllung der von der Sorte gestellten Ansprüche. Um eine ähnliche Gruppierung der Kartoffelsorten hat sich namentlich Oberstein[2]) bemüht, während in neuester Zeit Berkner und Schlimm[3]) auch bei diesen die Wasseransprüche näher untersucht haben.

Daß ein für die Pflanze geeigneter Boden zu den wichtigsten Voraussetzungen für ihre gesunde Entwicklung gehört, kann nach dem früher Gesagten keinem Zweifel unterliegen. Einige Beispiele mögen das erläutern, was um so mehr genügt, als die spätere Besprechung der Bodenverbesserungsmaßnahmen Gelegenheit geben wird, auf diese Zusammenhänge noch ausführlicher einzugehen.

Es sei zunächst an die extremsten Fälle erinnert, in denen der erfolgreiche Anbau bestimmter Pflanzenarten unmöglich wird, wenn nicht besondere Gegenmaßnahmen eingeleitet werden. Man spricht von „Bodenerkrankungen" und versteht darunter gewisse physikalische und chemische Umsetzungen der Böden, die sie für die Vegetation ungeeignet machen.[4])

Hierzu gehört z. B. die Ortsteinbildung, die sich namentlich in der Forstwirtschaft und im Gartenbau schädigend geltend macht. Eine zweite Gruppe bilden die „Bodenkrankheiten" im engeren Sinne, deren Hudig und Meyr[5]) bisher drei unterscheiden, die Moorkoloniale

[1]) Berkner, F., Der Getreidebau. Handbuch d. Landwirtschaft Bd. 3, S. 1—108. Berlin 1930.

[2]) Oberstein, Über die ökologische Anpassung unserer Kartoffelsorten. Kartoffelbau **9**, 1925, 133—137.

[3]) Berkner, F. und Schlimm, W., Untersuchungen über den Wasserverbrauch der verschiedenen Kartoffelsorten. Archiv f. Pflanzenbau **7**, 1931, 569—585.

[4]) Morstatt, H., Einführung in die Pflanzenpathologie. Berlin 1923, S. 123.

[5]) Hudig, J. und Meyr, C., Über die sogenannte „Urbarmachungskrankheit" als dritte Bodenkrankheit. Ztschr. f. Pflanzenernähr. und Düng. **A 8**, 1926, 15—52.

oder Dörrfleckenkrankheit, die Hooghalensche oder Sauerkrankheit und die Urbarmachungskrankheit.

In diesen Fällen ist es freilich geglückt, Bodenverbesserungsmaßnahmen ausfindig zu machen, welche die Behebung der schädlichen Bodeneigenschaften verhältnismäßig leicht machen und auf welche später noch einzugehen sein wird. Schwieriger ist dies wieder bei den verschiedenen Formen der Bodenmüdigkeit. Sie zwingt häufig dazu, den Anbau bestimmter Kulturpflanzenarten auf kürzere oder längere Zeit auszusetzen.

Das Wesen der Bodenmüdigkeit ist an anderer Stelle dieses Handbuchs (Bd. I, 2. Teil S. 160) erörtert worden. Es genügt deshalb, hier nur die für die Standortsberücksichtigung wesentlichsten Gesichtspunkte hervorzukehren.

Von einer „echten" Bodenmüdigkeit will v. Bronsart[1]) nur dann sprechen, wenn ein Boden, der eine bestimmte Pflanze mehrere Male hintereinander getragen hat, nun von eben dieser Pflanze keine Erträge mehr bringen will, obgleich ihm durch richtige Düngung und Behandlung die entnommenen Nährstoffe jeweils wieder ersetzt worden sind und obgleich sich in ihm keinerlei Verseuchung durch tierische oder pilzliche Schädlinge nachweisen läßt. Aus dieser Definition geht hervor, daß eine ursprünglich als „echte" Bodenmüdigkeit angesehene Erscheinung bei fortschreitender Erkenntnis ihrer Ursachen den Anspruch auf diese Benennung verlieren kann. Das zeigt sehr deutlich das Beispiel der „Rübenmüdigkeit". Als ihr charakteristisches Merkmal bezeichnet Kühn[2]) „Abnahme der Erträge früher rübensicherer Äcker ohne augenfällige Ursache". Dagegen werde man bei geringeren Erträgen etwa infolge Fraß von Schild- und Aaskäfer selbst dann nicht von Rübenmüdigkeit reden, wenn dies mehrere Jahre sich wiederholen sollte, da man ja über die Ursache der Ertragsabnahme nicht im Zweifel sein könne. Kühn ist dann auf Grund umfangreicher Untersuchungen zu dem Ergebnis gekommen, daß höchst wahrscheinlich überall da, wo man über Rübenmüdigkeit klagt, lediglich durch Parasiten, insbesondere durch Nematoden, die Abnahme der Rübenerträge hervorgerufen wird, dagegen kein einziger Fall wahrer Rübenmüdigkeit, veranlaßt durch Erschöpfung des Bodens, nachgewiesen werden konnte. Eine scharfe Begrenzung dieses Begriffes wird zweifellos nicht immer durchgeführt. So meint Fruwirth[3]) bei Besprechung der Kleemüdigkeit, sie scheine von der Erschöpfung des Ober- und Untergrundes an assimilierbaren Nährstoffen, namentlich Phosphor und Kali herzurühren; auf kräftigem Boden werde sie durch tierische oder pflanzliche Parasiten oder eine zu weitgehende Lockerung des Untergrundes verursacht.

Echte Bodenmüdigkeit, deren Ursachen trotz der verschiedensten Theorien noch immer ungeklärt sind, kennen wir namentlich bei Rotklee, Lein, Leindotter, Senf, Tabak und Erbsen. Sie steht vor allem „als drohendes Gespenst hinter allen Spezialkulturen", die einen fortgesetzten Anbau der gleichen Pflanzenart auf dem gleichen Boden unvermeidlich machen. Das gilt z. B. für den Weinbau, der durch die „Rebenmüdigkeit" gefährdet wird. In neuester Zeit ist es Zillig und Herrschler[4]) gelungen, sie in allen von ihnen untersuchten Fällen auf zu hohes Alter der Rebstöcke, unzureichenden Nährstoffgehalt oder ungünstige physikalische Eigenschaften des Bodens, zum Teil auf das Zusammenwirken dieser Voraussetzungen zurückzuführen. Auch die Erscheinung der „Obstbaummüdigkeit" ist allgemein bekannt. Vogel[5]) glaubt sich auf Grund sehr umfangreicher Untersuchungen in Weihenstephan zu

[1]) Bronsart, H. v., Bodenmüdigkeit und ihre Ursachenbekämpfung. Neudamm 1931, S. 63.

[2]) Kühn, J., Die Ergebnisse der Versuche zur Ermittlung der Ursache der Rübenmüdigkeit und zur Erforschung der Natur der Nematoden. Ber. d. physiol. Labor. u. Versuchsanst. Landw. Inst. Halle. 3. Heft. Dresden 1881, 3.

[3]) Krafft-Fruwirth, Die Pflanzenbaulehre. 13. u. 14. Aufl. Berlin 1927, S. 227.

[4]) Zillig, H. und Herrschler, A., Bodenuntersuchungen zur Klärung von Wachstumsstörungen im Weinbaugebiet der Mosel, Saar und Ruwer. Arb. Biolog. Reichsanst. f. Land- und Forstw. **18**, 1931, 576.

[5]) Vogel, F., Untersuchungen über die Ernährung und die sogenannte Bodenmüdigkeit von Gehölzen. Mitt. Deutsche Dendrolog. Ges. 1929, 292.

der Annahme berechtigt, „daß die in den Schichten von 30—60 cm Tiefe entstehende Nährstofferschöpfung, die unter Umständen schon nach dem erstmaligen Anbau von Gehölzen auftritt, mindestens auf schwereren Böden Anlaß für eine Anzahl der Erscheinungen gibt, die als Bodenmüdigkeit angesprochen wird". Wenn Bodenmüdigkeit auch bei bester Düngung auf solchen Böden auftritt, so erklärt sich das aus der außerordentlich geringen Wanderungsgeschwindigkeit der kali- und phosphorsäurehaltigen Düngemittel, die in den langjährigen Versuchen von Wagner[1]) vollständig oder fast vollständig in der Krume adsorbiert worden sind. Neuerdings haben Vogel und Weber[2]) in einem Fall als Hauptursache der Müdigkeitserscheinungen in einer Obstbaumschule Verdichtung des Untergrundes mit mikrobiologischen Folgeerscheinungen feststellen können. Weiter sei hier namentlich auch auf den Niedergang des niederelbischen Obstbaues in den beiden letzten Jahrzehnten hingewiesen. Nach Beseitigung der parasitären Schädigungen zeigte sich, daß zum sehr großen Teil ungünstige Standortsverhältnisse die Ursache waren. Wartenberg[3]) kam zu dem Ergebnis, daß der sandarme, aber eisenreiche Tonboden, auf dem der größte Teil des Obstbaus betrieben wird, bei streng saurer Reaktion in günstiger Struktur und dann auch für das Baumwachstum günstig ist. Ein Entsäuern des Bodens, wie es durch das Steigen des Grundwassers möglich ist („blauer Jammer"), wirkt auf beides ungünstig. Auf dem sandigen Tonboden dagegen, dessen Variationsbereich um den Neutralwert variiert, ist eine Versäuerung für das Baumwachstum ungünstig, steigende Alkalität aber vorteilhaft.

Zur Vermeidung der „echten" Bodenmüdigkeit bleibt naturgemäß, da ihre Ursachen noch unbekannt sind, als einzige Möglichkeit vorerst, auf derartigen Böden den Anbau solcher Pflanzenarten, die Bodenmüdigkeit verraten haben, zeitweilig auszusetzen. Bei Besprechung der Fruchtfolge als hygienischer Maßnahme wird hierauf noch zurückzukommen sein. In allen anderen Fällen, in denen nur scheinbare Bodenmüdigkeit vorliegt, deren jeweilige Ursache klargestellt ist, kann auch Beseitigung dieser Ursache zum Ziel führen, vorausgesetzt daß eine solche möglich und rentabel ist. Daß diese Voraussetzung durchaus nicht immer zutrifft, mag ein Beispiel zeigen. Zillig und Herrschler[4]) weisen darauf hin, daß auf Böden mit über 80% Steingehalt, wie sie an der Untermosel vorkommen, nur nach Einbringen einer ungewöhnlich reichlichen Menge von Stallmist oder Kompost befriedigendes Wachstum zu erzielen sein wird. Da sich diese Maßnahme aber heute nicht bezahlt mache und andere Kulturpflanzen auf derartigen Böden nicht gedeihen, werde nichts anderes übrig bleiben, als dort den Weinbau auszusetzen, bis sich durch natürliche Verwitterung der Feinerdegehalt des Bodens erhöht habe.

In den bisher besprochenen Fällen schließt der Boden infolge bestimmter Eigenschaften den Anbau mancher Pflanzenarten wenigstens zeitweise aus oder rückt sogar an die Grenze der Anbauwürdigkeit überhaupt. Die sichere Erkennung und entsprechende Beachtung derartiger nicht allzuhäufiger Verhältnisse begegnet keinen großen Schwierigkeiten. Wesentlich wichtiger und zahlreicher sind die-

---

[1]) Wagner, F., Wissenschaftliche Obstbaum- und Beerenobstdüngungsversuche. Arb. Deutsche Landw. Ges. Heft 377. Berlin 1931.

[2]) Vogel, F. u. Weber, E., Beitrag zur Frage der Bodenmüdigkeit in der Obstbaumschule. Gartenbauwissenschaft **5**, 1931, 508—524.

[3]) Wartenberg, H., Die Bodenverhältnisse der niederelbischen Marschen und ihre phytopathologische Bedeutung für den Obstbau. Arb. Biolog. Reichsanst. f. Land- und Forstw. **17**, 1930, 410.

[4]) Zillig, H. u. Herrschler, A., Bodenuntersuchungen zur Klärung von Wachstumsstörungen an Reben im Weinbaugebiet der Mosel, Saar und Ruwer. Arb. Biol. Reichsanst. f. Land- u. Forstw. **18**, 1931, 573.

jenigen Fälle, in denen der Boden die Kultur zwar zuläßt, aber doch nicht die Voraussetzungen für eine gesunde Entwicklung der Pflanzen erfüllt, sei es, daß er sich in einer allgemein ungünstigen Beschaffenheit befindet oder daß er den Ansprüchen einer bestimmten Pflanzenart oder -sorte nicht voll entspricht. Die Folge sind Störungen in der Entwicklung, die sich zur regelrechten Erkrankung durch ungünstige Bodenverhältnisse steigern können und die außerdem häufig erst die Prädisposition für parasitäre Krankheiten schaffen. Je besser es deshalb durch hygienische Standortsberücksichtigung gelingt, die Bedingungen des Bodens mit den Ansprüchen der auf ihm anzubauenden Pflanzen in Einklang zu bringen, um so sicherer wird Erkrankungen jeder Art von vornherein vorgebeugt werden. Zum Beweis für die Richtigkeit dieser Auffassung können hier nur einzelne besonders charakteristische Beispiele angeführt werden; im übrigen muß auf die ausführliche Besprechung jedes einzelnen Falles verwiesen werden, wie sie an anderer Stelle dieses Handbuches bei Behandlung der verschiedenen Krankheitsursachen gegeben worden ist.

Dem Abbau der Kartoffel, soweit er ökologisch bedingt ist, kann durch Wahl eines zweckentsprechenden Bodens entgegengearbeitet werden.

Dabei kann nicht eine bestimmte Bodenart als günstigste bezeichnet werden, wie auch die Anschauung, Anbau auf schwerem Boden mindere den Pflanzgutwert, heute nicht mehr aufrecht zu erhalten ist. Vielmehr hängt die Eignung des Bodens des Anbauortes weitgehend davon ab, wie derjenige des Herkunftsortes beschaffen gewesen ist. Ziegler[1]) hat in einem „Kartoffelfahrplan" diese Beziehungen in festere Form zu bringen gesucht.

Auf die Weißährigkeit der Gramineen, soweit sie durch unsichere und ungleichmäßige Wasserversorgung verursacht ist, wurde früher schon hingewiesen.

Schwarz und Tomaszewski[2]) kommen zu dem Ergebnis, ihre Bekämpfung heiße Standortswahl und Standortserhaltung. Dabei ist freilich in Übereinstimmung mit der früher gegebenen Definition unter Standort nicht nur der Boden zu verstehen, wenn diesem auch unter Umständen die ausschlaggebende Bedeutung beizumessen ist. So werden nach Schwarz[3]) Moorböden, die starke Neigung zum Puffigwerden zeigen, stets unter Weißährigkeit zu leiden haben. Aber in allen Fällen, in denen Erkrankungen der Pflanze auf Störungen in der Wasserversorgung beruhen, sind die Einflüsse von Klima und Boden nur schwer voneinander zu trennen.

Von den zahlreichen parasitären Krankheiten, deren Auftreten man von vornherein durch Berücksichtigung der Bodenbeschaffenheit begegnen kann, verdient in Deutschland besondere Beachtung die Ophiobolose des Weizens.

Während Schaffnit[4]) glaubt, daß *Ophiobolus graminis* seine Wirtspflanze in jeder Lebenslage angreift, vertritt Kleine[5]) den Standpunkt, daß immer eine gewisse Prädisposition der Pflanze vorliegen muß, um den Befall überhaupt zu ermöglichen. „Wo Weizen auf wirklich guten Weizenboden in guter Kultur gebracht wird, ist die Krankheit entweder überhaupt nicht vorhanden, oder sie tritt äußerst schwach auf, so daß sie dem Praktiker fast unerkannt

[1]) Ziegler, O., Systematische Auswertung der Herkunftsversuche bei Kartoffeln. Deutsche Landwirtsch. Presse **56**, 1929, 317.

[2]) Schwarz, O. und Tomaszewski, W., Zur Ökologie und Phytopathologie des Grassaatbaus. Angew. Botanik **12**, 1930, 423—442.

[3]) Schwarz, O., Zur Agrargeographie des kultivierten Moores. Ernährung d. Pflanze **27**, 1931, 128—135.

[4]) Schaffnit, E., Ertragseinbußen im Getreidebau durch Fußkrankheiten. Mitt. Deutsche Landw. Ges. **45**, 1930, 247.

[5]) Kleine, R., Die Fußkrankheiten des Getreides. Pommernblatt **32**, 1929, 737—738.

bleibt." Diese Anschauung hat in den letzten Jahren namentlich durch die Untersuchungen von Moritz[1]) eine starke Stütze erfahren, der zu dem Ergebnis kommt, daß an der Hervorbringung der Schwarzbeinigkeit außer anderen Umwelt-, insbesondere Bodenfaktoren auch Pilze notwendig beteiligt sind. Jenen komme der Wert ermöglichender, diesen die Rolle verwirklichender Faktoren zu. „Schon die der Pflanze gemäße und normale Lebenslage des typischen Weizenbodens in gutem Kulturzustand verhindert die Infektion."[2]) Deshalb bezeichnet Mahner[3]) die Fußkrankheit geradezu als Indikator für die Weizenfähigkeit des Bodens. Demgemäß erscheint es Blunck[4]) nicht zweifelhaft, daß „die Ausdehnung und Intensivierung des Weizenbaus, soweit sie die Frucht auf unzuverlässige Grenzböden führt, sich auf die Ausbreitung der Seuche fördernd auswirkt". Eine Ausdehnung der Weizenanbaufläche ohne wesentliche Schädigungen durch Fußkrankheiten sei nur dort möglich, wo die fortschreitende Bodenkultur die Vorbedingungen für ein Gedeihen geschaffen habe, während sich die Schädigungen besonders unter solchen Verhältnissen auswirkten, die von jeher als ungeeignet für den Weizenanbau betrachtet wurden.[5])

Ganz ähnlich liegen die Dinge für den Rübenbau.

Holdefleiss[6]) weist darauf hin, daß die erforderliche Einschränkung des deutschen Zuckerrübenbaus dort zu erfolgen habe, wo nach den alten Anschauungen kein „geborener" Zuckerrübenboden sei. Man sei in der letzten Zeit vielfach über diese Grenze hinausgegangen und habe Zuckerrüben an Stellen angebaut, die man in der Blütezeit des deutschen Zuckerrübenbaus nicht als zulässig angesehen habe. Dabei habe sich immer mehr die Erfahrung ergeben, daß Insektenschäden an Zuckerrüben, die an weniger geeigneten Stellen oder bei unzureichender Düngung unter ungenügender Kultur ständen, bedeutend verhängnisvoller aufträten als dort, wo die Zuckerrüben unter geeigneten Vorbedingungen ständen.

Dieser Einfluß des Bodens kann sich nach zwei Richtungen auswirken, einmal in der Entwicklung der Pflanze, zum anderen in derjenigen des Parasiten. Auf ihr nicht zusagendem Boden wird die Pflanze leicht in ihrer Entwicklung gehemmt und kann schließlich in den Zustand abnormer Prädisposition geraten, in dem der Angriff von Parasiten dann besonders gefährlich wird. Wille[7]) berichtet, daß schwächliche und nicht normal entwickelte Pflanzen leichter und stärker an der Wanzenkräuselkrankheit erkrankten als völlig gesunde, und Holdefleiß[8]) beobachtete, daß Rüben, die einen kräftigen Stand zeigten, keine wirksame Schädigung ihres Wachstums erkennen ließen, obwohl ihre Blätter durch *Cassida nebulosa* stark durchlöchert waren. Andererseits wissen wir aber auch, daß die Entwicklung vieler Parasiten stark vom Boden abhängig ist. So hat Wille[7]) gefunden, daß bindige Bodenbeschaffenheit durch rein äußerliche mechanische Umstände die Weiterverbreitung von *Piesma quadrata Fieb.* hindert. Die physikalische Beschaffenheit des Erdbodens entscheidet über das Auftreten der Rübenblattwanze. Schwere Böden sind wanzenfrei, auf leichteren breitet sie sich aus. Wille glaubt daraufhin, mit großer Wahrscheinlichkeit sagen zu können, daß die Rübenblattwanze schwerlich in Schwarzerde- und Lößlandschaften als Großschädling eindringen wird, demnach die wichtigsten deutschen Rübenbaugebiete von der Wanze frei bleiben werden. Ähnlich

---

[1]) Moritz, O., Zum Problem der Fußkrankheit des Weizens. Angewandte Botanik **13**, 1931, 159.

[2]) Moritz, O., Weitere Studien über die Ophiobolose des Weizens. Arb. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Fortw. **20**, 1933, 46.

[3]) Mahner, A., Die Fußkrankheiten als Indikator für Weizenfähigkeit. Landw. Fachpresse f. d. Tschechoslowakei **9**, 1931, 183.

[4]) Blunck, H., Die Umstellung im Getreidebau und die Pflanzenkrankheiten. Mitt. Deutsche Landw. Ges. **48**, 1933, 287.

[5]) Blunck, H., Vortrag im Ausschuß der Ackerbauabteilung und im Sonderausschuß für Pflanzenschutz der DLG. Mitt. Deutsche Landw. Ges. **47**, 1932, 129.

[6]) Holdefleiß, P., Erhöhte Wirkung von Insektenschäden an Zuckerrüben bei Phosphorsäuremangel. Superphosphat **6**, 1930, 195.

[7]) Wille, J., Die Rübenblattwanze, *Piesma quadrata Fieb.* Berlin 1929, 90, 71.

[8]) Holdefleiß, P., Erhöhte Wirkung von Insektenschäden an Zuckerrüben bei Phosphorsäuremangel. Superphosphat **6**, 1930, 196.

liegen die Verhältnisse bei den Rübenaaskäfern, sie bevorzugen nach allgemeiner Auffassung leichtere Böden.[1]) Weber[2]) meint, das Übergreifen der Plage auf Gebiete, in denen der Käfer entweder unbekannt oder nur von geringem Schaden gewesen war, stehe vielleicht damit in Zusammenhang, daß mit der zunehmenden Intensivierung der deutschen Landwirtschaft der deutsche Rübenbau bei uns mehr und mehr auf leichte Böden ausgedehnt werde. Dadurch werde der Käfer mit seiner Lieblingsfutterpflanze in Gegenden gelockt, welche seinen Lebensverhältnissen besonders günstig seien, die aber der Zuckerrübe schon unter normalen Verhältnissen ein wenig gutes Fortkommen böten. Im Zusammenwirken setzten beide Faktoren der Ausdehnung des Zuckerrübenbaus auf geringen Böden eine natürliche Grenze. Auch zur Bekämpfung von *Pegomyia hyoscyami Pz.* sehen Blunck und Kaufmann[3]) in dem Anbau der Rüben nur auf wirklich rübenfähigem Boden eine wichtige Maßnahme.

In ähnlicher Weise scheint nach neueren Beobachtungen der Klee durch das Auftreten des Kleekrebses gefährdet zu sein, wenn er auf ihm nicht zusagendem Boden gebaut wird.

Sclerotinia trifoliorum Eriks. kommt in Deutschland überall vor. Es hat aber den Anschein, als ob der Klee dem Parasiten um so leichter erliegt, je weniger der Boden für ersteren geeignet ist.[4]) Becker[5]) bezeichnet starken Krebsbefall geradezu als eine Konstitutionskrankheit des Klees. In dem Maße, in dem dieser im Gedeihen gehemmt wird, werde der Kleekrebs in seiner Entwicklung gefördert.

Für den Waldbau hat neuerdings v. Hopffgarten[6]) die Abhängigkeit des Auftretens von *Trametes radiciperda* auf Kiefer und Fichte von der Bodenart nachgewiesen.

Seiner Überzeugung nach sind die Bestände auf Löß, Lößlehm und allen Böden, die in stärkerem Maße durch ursprüngliche Überlagerung von Lößlehm beeinflußt sind, für Rotfäule „disponiert". Unter solchen Verhältnissen ist es eine Rentabilitätsfrage, ob trotz des drohenden Schadens der Anbau von Nadelholz zu empfehlen ist oder ob es nicht ratsamer ist, zunächst durch Anpflanzung tief wurzelnder, bodenbeschattender Laubhölzer eine günstigere physikalische Bodenstruktur wiederherzustellen, eine Maßnahme, die schon in den später zu besprechenden Abschnitt der Bodenverbesserung gehört.

Das vielleicht eindrucksvollste Beispiel für die Möglichkeit, durch Berücksichtigung der Bodenverhältnisse dem Auftreten von Schädlingen vorzubeugen, stellen die sogenannten „Immunsande" dar.

1868 machte Silvain Espitalier[7]) die Beobachtung, daß sich das Absterben von Reben, das durch Rebläuse verursacht wurde, ohne daß freilich damals schon die Ursache erkannt war, durch Auffahren von Sand zum Verschwinden bringen ließ. Nach Entdeckung der Einschleppung der Reblaus in das Rhonetal zwei Jahre später pflanzte er in großem Umfang frische Reben in Sand an mit dem Erfolg, daß in fünf Jahren von 350 000 Stöcken nur 1000

---

[1]) Schnauer, W., Untersuchungen über Schadgebiet und Umweltfaktoren einiger landwirtschaftlicher Schädlinge in Deutschland auf Grund statistischer Unterlagen. Ztschr. f. angew. Entomologie **15**, 1929, 574.

[2]) Weber, E., Das Massenauftreten der Rübenaaskäfer im Deutschen Reich im Jahre 1925. Arb. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstw. **15**, 1928, 226.

[3]) Blunck, H. und Kaufmann, O., Die Rübenfliege und ihre Bekämpfung. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstw. Flugblatt 117, 1931.

[4]) Pape, H., Das Auswintern des Klees. Mitt. Deutsche Landw. Ges. **47**, 1931, 258.

[5]) Becker, Beobachtungen über den Kleekrebs im Frühjahr 1925. Mitt. Deutsche Landw. Ges. **44**, 1929, 730.

[6]) Hopffgarten, E. H. v., Beiträge zur Kenntnis der Stockfäule *(Trametes radiciperda)*. Phytopath. Ztschr. **6**, 1933, 41.

[7]) Nach Dewitz, J., Die Immunsande. Landw. Jahrb. **53**, 1919, 436.

eingingen. Späterhin wurden in verschiedenen anderen Weinbaugebieten mit abwechselndem Ton- und Sandboden Reblausherde nur dort gefunden, wo Ton anstand oder nur von einer dünnen Sandschicht bedeckt war. Diese Erkenntnis gewährt die Möglichkeit, Europäerrebenbau auch in solchen Gebieten beizubehalten, in welche die Reblaus eingeschleppt ist, und darüber hinaus der Wirtschaft Gebiete zuzuführen, die sich für keine andere Kultur eignen.

Schließlich sei noch auf die Brennfleckenkrankheit der Bohnen hingewiesen.

Schaffnit und Böning[1]) warnen davor, schwere Böden mit zu hohem Grundwasserstand, die Bohnen an sich nicht zuträglich seien, zu ihrer Kultur heranzuziehen, da andernfalls dem Befall durch *Gloeosporium Lindemuthianum* Vorschub geleistet werde. Diesem könne man weiterhin auch durch Berücksichtigung der örtlichen Lage der Anbaufläche entgegenarbeiten.

γ) Örtliche Lage

Gerade die sorgfältige Beachtung der letzteren bietet mancherlei Möglichkeiten, dem Auftreten von Pflanzenkrankheiten vorzubeugen. Es ist bekannt, daß die Standortsfaktoren unter bestimmten Bedingungen einschneidende Änderungen erfahren können. Dabei ist besonders bedeutungsvoll die Veränderung des Klimas, wenn auch die innige Wechselwirkung von Klima und Boden gerade auf kleinstem Raum sehr deutlich in die Erscheinung tritt. Aereboe[2]) spricht von Besonderheiten des Lokalklimas.

Darunter versteht er z. B. besondere Hagelgefahr, veranlaßt durch einen in der Nähe gelegenen Höhenzug, besondere Gefahr des Eintretens von Spätfrösten und Frühfrösten, veranlaßt durch große benachbarte Moore oder ähnliches, besondere Gefahr des Auswinterns des Getreides an Bergabhängen, besondere Gefahr des Befalls mit Pflanzenkrankheiten in schmalen Tälern, zwischen Wäldern und vieles andere. Hülsenberg[3]) beobachtete bei einer durch Wald führenden Süßkirschenallee innerhalb des Waldes starken Befall durch *Monilia cinerea*, während die Bäume außerhalb des Waldes vollkommen gesund waren. Die Erforschung dieser klimatischen Besonderheiten gehört zu dem Aufgabenkreis der „orographischen Mikroklimatologie", wie Geiger[4]) diesen Zweig der Mikroklimatologie nennt. Es handelt sich dabei um Erscheinungen, welche teils durch die Oberflächenform der Erde, teils durch die Art der Oberfläche hervorgerufen werden. Im allgemeinen vertikal übereinander gelagerte Klimaunterschiede können sich unter bestimmten Bedingungen horizontal nebeneinander anordnen, oder es kann auch ohne Umlagerung zur Ausbildung von horizontal nebeneinander bestehenden Mikroklimaten an Ort und Stelle kommen. Geiger hat diese Verhältnisse im einzelnen ausführlich erläutert.

Auf die Vermeidung von Spät- und Frühfrostschäden durch Standortsberücksichtigung braucht hier nur kurz hingewiesen zu werden. Sind die „Kälteinseln", „Frostlöcher", „Kälteseen" oder, wie die örtliche Ausbildung von Gebieten relativ niedriger Temperatur noch genannt werden mag, bekannt, so bleibt in der Mehrzahl der Fälle keine andere Maßnahme, als sich durch richtige Arten- bzw. Sortenwahl diesen klimatischen Besonderheiten nach Möglichkeit anzupassen, es sei denn, daß es durch Meliorationen gelingt, die Frostgefahr zu beheben. Für besonders

[1]) Schaffnit, E. und Böning, K., Die Brennfleckenkrankheit der Bohnen. Forsch. a. d. Gebiet d. Pflanzenkrankheiten u. d. Immunität im Pflanzenreich. I. Mitt. 1925, 180.

[2]) Aereboe, F., Die Beurteilung von Landgütern und Grundstücken. 2. Aufl. Berlin 1921, S. 126.

[3]) Hülsenberg, H., schriftliche Mitteilung.

[4]) Geiger, R., Das Klima der bodennahen Luftschicht. Braunschweig 1927, S. 4.

hochwertige Kulturen kann man auch zu dem im nächsten Abschnitt zu besprechenden künstlichen Frostschutz greifen.

Neben der Temperatur ist unter den Besonderheiten des Lokalklimas von entscheidender Bedeutung die Feuchtigkeit, sei es des Bodens, sei es der Luft, die beide wieder in enger Beziehung zueinander und vor allem zu der Temperatur stehen. Bekanntlich begünstigt im allgemeinen hohe Luftfeuchtigkeit bei entsprechender Temperatur die Entwicklung von Pilzen. Bei der Bebauung von Örtlichkeiten, welche derartige Bedingungen bieten, wird man deshalb nach Möglichkeit darauf Rücksicht zu nehmen haben. Es ließe sich hierfür eine Fülle von Beispielen anführen. Viele von diesen werden sich aber nur verhältnismäßig selten in die Wirklichkeit umsetzen lassen.

Wenn wir wissen, daß das Auftreten des Getreiderostes oder des Mutterkorns durch feuchte tiefe Lagen begünstigt wird, so wird sich trotzdem der Anbau des Getreides unter solchen Verhältnissen häufig nicht umgehen lassen. Ähnlich wird es der Forderung Prjanischnikows[1]) gehen, Kartoffeln auf möglichst hoch und trocken gelegenen Feldern anzubauen, um dem Auftreten von *Phytophthora infestans* vorzubeugen. Anders liegen aber die Dinge, sobald es sich um speziellere Kulturen handelt. So treten Schaffnit und Böning[2]) dafür ein, geschlossene Tallagen nach Möglichkeit nicht für den Anbau von *Phaseolus*-Arten zu wählen, da hier *Gloeosporium Lindemuthianum* die geeigneten Entwicklungsbedingungen finde, während sonnige und luftige Lagen der Entwicklung des Pilzes hinderlich seien und die Ausbreitung der Krankheit bei eintretender trockener Witterung rasch zum Stillstand kommen ließen. Appel[3]) empfiehlt aus dem gleichen Grunde zur Heranzucht gesunden Samens den Anbau auf den Kämmen von Spargelbeeten. Prochaska[4]) warnt unter gleichartigen Bedingungen vor dem Anbau von Mohn, der dort durch das Auftreten von *Peronospora arborescens* gefährdet sei, und Kotte[5]) vor dem von Endivie, soweit sich die von ihm neuentdeckte, eine Blattfäule verursachende *Pseudomonas endiviae* bemerkbar gemacht hat. Hohe Luftfeuchtigkeit kann naturgemäß auch durch geschlossene Lage zwischen Bäumen gefördert werden. Deshalb rät Böning[6]), Tabak nicht auf Äckern am Waldrand oder im Walde anzubauen, überhaupt alle Standorte im Schatten von Bäumen zu vermeiden, da er hier leicht von der Brennfleckenkrankheit und der Wildfeuerkrankheit befallen werde. Aus dem Gebiet des Obstbaus, für dessen Erfolg die Berücksichtigung örtlicher Besonderheiten des Klimas geradezu eine entscheidende Voraussetzung ist, sei das Auftreten der verschiedenen *Fusicladium*-Arten erwähnt, das durch tiefe, feuchte, schattige, rauhe Lagen begünstigt wird und dem deshalb warme Südlagen am besten vorbeugen.[7]) Für den Waldbau sei als Beispiel die Gefährdung der Lärche durch *Mycosphaerella laricina* und der Weißtanne durch *Acanthostigma parasiticum* genannt. Dem Auftreten beider Parasiten läßt sich durch den Anbau an luftigen, trockenen Standorten begegnen.[8])

Es wird später noch gezeigt werden, daß uns zur örtlichen Regelung der Luft-

---

[1]) Prjanischnikow, D. N., Spezieller Pflanzenbau. Berlin 1930, S. 90.

[2]) Schaffnit, E. und Böning, K., Die Brennfleckenkrankheit der Bohnen. Forsch. a. d. Gebiet d. Pflanzenkrankheiten u. d. Immunität im Pflanzenreich. I. Mitt. 1925, 180.

[3]) Appel, O., Die Brennfleckenkrankheit der Bohnen und Erbsen. Kaiserl. Biolog. Anst. f. Land- u. Forstw. Flugblatt 60, 1917.

[4]) Prochaska, M., Beobachtungen über das Auftreten von *Peronospora arborescens* (Falscher Mehltau) auf *Papaver somniferum*. Fortschr. d. Landw. **3**, 1928, 166.

[5]) Kotte, W., Eine bakterielle Blattfäule der Endivie *(Cichorium endivia)*. Phytopath. Ztschr. **1**, 1930, 613.

[6]) Böning, K., Weitere Beiträge zur Kenntnis der Krankheiten des Tabaks. Arb. Bayer. Landesanst. f. Pflanzenbau u. Pflanzenschutz. **8**, 1929, 30.

[7]) Braun, K., Die *Fusicladium*- oder Schorfkrankheit. Biolog. Reichsanst. f. Land- und Forstw. Flugbl. Nr. 1, 1931.

[8]) Dieses Handbuch Bd. I, 5. Aufl. Berlin 1924, S. 594, 616.

feuchtigkeit neben zweckentsprechender Standortsberücksichtigung in begrenztem Umfang noch andere Maßnahmen zur Verfügung stehen.

Erwähnt sei schließlich noch der Wind, der nicht nur indirekt durch Beeinflussung der Luftfeuchtigkeit auf das Auftreten von Parasiten einen Einfluß auszuüben vermag, sondern auch direkt durch Verschleppen derselben, so daß auch die Ausnutzung dieser Zusammenhänge in manchen Fällen der Erkrankung vorbeugen kann.

Gassner[1]) macht darauf aufmerksam, daß der Anbau von Getreide an windgeschützten Stellen einen gewissen Schutz gegen heranfliegende Rostsporen gewähre und führt als Beweis dafür das durch Klebahn[2]) bekannt gewordene, von Halsted mitgeteilte Beispiel eines Vorkommens von *Puccinia asparagi* an. Dieser Rost trat auf abgeschnittenem und dann nachgewachsenem Spargel neben einem stark infizierten Felde nur auf der dem Felde zugekehrten Seite der Pflanzen auf und auch dort nicht, wo ein dazwischen stehendes Haus das Zuwehen der Sporen hinderte.

Bremer und Kaufmann[3]) haben die Abhängigkeit der Rübenfliege vom Winde näher untersucht. Waldstücke, Hecken, Maisfelder u. a. sind natürliche Barrieren für *Pegomyia hyoscyami*, und zwar steht der Umfang der durch sie geschützten Zone des Windschattengebietes in einem gewissen Verhältnis zu ihrer Höhe. Im Gegensatz dazu erweisen sich gelegentlich aber auch windoffene Höhen als ziemlich befallsfrei, während die dahinter gelegenen Hänge stärker befallen sind. Die Erklärung ist darin zu suchen, daß die Masse der Rübenfliegen bei der Verschleppung durch den Wind über Windschattenstellen weggetragen wird und diese infolgedessen frei bleiben. An besonders stark dem Winde ausgesetzten Stellen vermögen sich die Fliegen aber nicht zu halten und werden von dort weiter getragen, so daß auch derartige Örtlichkeiten verhältnismäßig befallsfrei sind.

Im einzelnen sind diese vielartigen Beziehungen noch wenig geklärt. Es braucht nur an das Klima der bodennahen Luftschicht erinnert zu werden, dessen Einfluß auf die Entwicklung von Pflanzenkrankheiten man erst in neuester Zeit systematisch nachzugehen sucht. Andererseits zeigen die Betrachtungen über Standortsberücksichtigung aber eindeutig, daß wir der Erkrankung unserer Kulturpflanzen um so wirkungsvoller vorbeugen können, je besser es uns gelingt, einerseits die jeweiligen Standortsbedingungen mit den Ansprüchen der Pflanzen in Einklang zu bringen und dadurch ihre abnorme Prädisposition zu verhindern, andererseits Standortsbedingungen zu vermeiden, die für die Entwicklung ihrer Parasiten günstig sind. Standortsberücksichtigung mit dieser Zielsetzung darf nicht die einzige hygienische Maßnahme bleiben; sie muß aber die Grundlage der Pflanzenhygiene bilden. Auf ihr haben alle anderen, zu ihrer Ergänzung und Vervollständigung unerläßlichen Kulturmaßnahmen der Hygiene aufzubauen; diese sollen nunmehr besprochen werden.

b) Standortsverbesserung

Daß hygienische Standortsberücksichtigung allein zur Erreichung des ihr gesteckten Zieles nicht ausreichen kann, wird ohne weiteres klar, wenn man sich des früheren Hinweises erinnert, daß ein ursprünglich den Anforderungen der Pflanze

[1]) Gassner, G., Untersuchungen über die Abhängigkeit des Auftretens der Getreideroste vom Entwicklungszustand der Nährpflanze und von äußeren Faktoren. Zentralbl. f. Bakteriologie, Parasitenkunde u. Infektionskrankh. II. **44**, 1916, 614.

[2]) Klebahn, H., Die wirtswechselnden Rostpilze. Berlin 1904, S. 19.

[3]) Bremer, H. und Kaufmann, O., Die Rübenfliege, *Pegomyia hyoscyami Pz.* Berlin 1931, S. 77.

entsprechender Standort durch Witterungseinflüsse wie durch fortgesetzte Inanspruchnahme für die Pflanzenkultur dieser nachteilige Veränderungen erleiden kann, deren Beseitigung fortlaufend anzustreben ist. Dazu kommt, daß lediglich eine Ausnutzung der gegebenen Standortsbedingungen nicht befriedigen kann, sobald diese Mängel aufweisen, deren Behebung technisch und wirtschaftlich möglich ist. Hierbei handelt es sich um einmalige Maßnahmen, die einer dauernden Standortsverbesserung dienen, so daß die Standortsberücksichtigung und die sie ergänzenden fortlaufenden Verbesserungsmaßnahmen gewissermaßen auf einer höheren Stufe einsetzen können.

1. Klimaverbesserung

Das Klima gestattet, wie schon früher betont, nur in sehr engen Grenzen eine Verbesserung. Im großen und ganzen muß es als gegeben hingenommen werden. Von den klimatischen Faktoren kann in erster Linie eine Änderung der Temperatur in den durch Frostschäden, namentlich durch Spätfröste bedrohten Gebieten angestrebt werden.

Eine dauernde Verbesserung des Klimas durch Erhöhung der Temperatur mit Hilfe von einmaligen Maßnahmen kommt nur unter ganz bestimmten Voraussetzungen und nach genauer Kenntnis der örtlichen Bedingungen in Betracht. Diese können bekanntlich im Rahmen der allgemeinen für das Auftreten von Spätfrösten erforderlichen Wetterlage die Froststärke beträchtlich erhöhen. Alles, was eine starke Ausstrahlung bei Nacht begünstigt und so lokal Kälte erzeugend wirkt, was eine Wärmezufuhr aus den tieferen Bodenschichten verhindert und was ein Verbleiben der Kaltluft an Ort und Stelle begünstigt, steigert die Frostgefahr. Ausstrahlung und Wärmenachschub stehen in einer gewissen Beziehung zueinander. Erstere ist um so wirksamer, der Temperaturabfall um so größer, je weiter das Verhältnis der Oberflächengröße zu dem für den Nachschub verfügbaren Bodenvolumen ist und je geringer die Wärmekapazität des letzteren ist. Die wegen der Frostgefahr gefürchteten Moore lassen diese Beziehungen sehr deutlich erkennen.

Frosterhöhend wirkt bei ihnen in erster Linie die organische Struktur des Bodens, die ihm eine geringe Wärmeleitfähigkeit gibt, die tiefe Lage und bei Nacht die dunkle Farbe, frostmildernd der hohe Wassergehalt und tagsüber die dunkle Farbe.

Brüne[1]) bezeichnet deshalb auch als wichtigste frostverhütende Maßnahme auf Moorboden eine vorsichtige Grundwasserregelung, weil es auf den am stärksten entwässerten Hochmoorflächen — Niederungsmoorflächen dürften sich nach dem Autor grundsätzlich kaum anders verhalten — am leichtesten zur Frostbildung kommt. In einem gewissen Gegensatz dazu scheint es zu stehen, wenn Aereboe[2]) sagt, die Hauptgründe für das allgemeine Nachlassen der Spätfrostschäden bei fortschreitender Kultur lägen in den Fortschritten, welche die Entwässerung von Mooren, Sümpfen, nassen Acker- und Wiesenländereien mache.

---

[1]) Brüne, F., Grundsätze für die Regelung des Wasserhaushalts in Moorböden. Die neuzeitliche Moorkultur. 1929. Heft 2, 4.

[2]) Aereboe, F., Landwirtschaftliche Betriebslehre. 5. Aufl. Berlin 1920, S. 447.

Staudacher[1]) meint für den Waldbau, es sei nicht zu bezweifeln, daß ein frischer oder gar nasser Boden eine ungleich größere Frostgefahr in sich schließe als ein trockener Boden, andererseits scheine aber doch in der Praxis die frostbegünstigende Wirkung der Bodenfeuchtigkeit häufig überschätzt zu werden. Staudacher spricht geradezu von einer starken Verschleierung der Auswirkung nasser oder sumpfiger Böden hinsichtlich ihrer Frostgefährlichkeit. Nur zu oft werde der Bodennässe zu Unrecht fremdes Verschulden beigemessen. In Wirklichkeit handele es sich meist um sog. „Grasfrost" und „Muldenfrost".

Nicht die Entwässerung schlechthin wird man deshalb als frostverhütende Maßnahme bezeichnen dürfen, sondern die den jeweiligen Verhältnissen entsprechende Regelung des Wasserhaushaltes. Damit wird man in gewissem Grade auch zur Milderung des Gras- und Muldenfrostes beitragen können.

Ersterer kommt durch die große wärmestrahlende Oberfläche der Gräser zustande bei gleichzeitig durch ihren Bau unbehinderter Luftbewegung in lotrechter Richtung. Die Gefahr des Grasfrostes steigt mit zunehmender Ausdehnung der Grasflächen, mit vermehrter Üppigkeit des Graswuchses und vor allem mit zunehmender, als Isolierung wirkender Verfilzung. Derartige verfilzte Grasdecken sind nach Geiger[2]) noch schlimmere Frostherde als die Moore. Sie werden namentlich jungen Forstkulturen gefährlich. Ihre Beseitigung hat durch Maßnahmen gegen den Graswuchs zu geschehen, wie sie Staudacher[1]) anführt.

Von wesentlich größerer Bedeutung noch ist der Muldenfrost, der durch das Einfließen kalter und deshalb schwerer Luft nach abflußlosen Einsenkungen entsteht. Wir kommen damit zu denjenigen örtlichen Bedingungen, die ein Verbleiben der Kaltluft am Ort der Entstehung begünstigen. Geiger[2]) erklärt die Erscheinung des Muldenfrostes ganz allgemein in folgender Weise: „Alle konkaven Geländegebiete sind relativ kalt, alle konvexen relativ warm, weil die Kaltluft von letzteren zu ersteren abströmt."

In den Mulden sammelt sich deshalb nicht nur die an Ort und Stelle erzeugte Kaltluft, sie erhalten außerdem auch den Zustrom von Kaltluftmassen aus der Umgebung, so daß das Ausmaß der Frostschädigung in Mulden am größten ist und dort die Temperatur tiefer absinkt, als den Ausstrahlungsbedingungen der Mulde entspricht.

Der Verhütung des Muldenfrostes dienen alle diejenigen Maßnahmen, die geeignet sind, die kalte Luft von dem zu schützenden Ort fernzuhalten. Für ihre Durchführung ist die genaue Kenntnis des „Frosteinzugsgebiets" wichtig.

Darunter versteht Staudacher[1]) in Parallele zu dem Wassereinzugsgebiet das gesamte Gebiet, aus welchem die Kaltluftmassen zu einem bestimmten Punkt ungehindert zusammenströmen können. Gestalt und Umfang dieses Gebietes sind nun durch Maßnahmen der erwähnten Art regulierbar. Schädliche Frostwirkungen an anderen Stellen, die früher wenig unter Frost litten, führt Staudacher in den meisten Fällen auf unbeabsichtigte Vergrößerung des Einzugsgebietes zurück. Umgekehrt kann dieses durch geeignete Maßnahmen auch verkleinert werden. Eine Ablenkung des Luftstroms kann durch Hindernisse der verschiedensten Art bewirkt werden. Dabei ist stets zu beachten, daß solche in der Richtung des Luftstroms stets ein Anstauen dieses und damit die Bildung eines Kältesees zur Folge haben. Während das Gelände hinter dem Hindernis also erhöhten Frostschutz erfährt, wird für das vor ihm liegende die Frostgefahr erhöht. Kann es in dem einen Fall richtig sein, Hindernisse zu errichten, so kann es in dem anderen gerade auf ihre Beseitigung ankommen. Als Abflußmöglichkeit für die kalte Luft kann schon das Durchbrechen einer Mauer, die Unterführung durch einen Bahndamm genügen. Umgekehrt veranlaßt unter Umständen schon das Anpflanzen von Hecken am oberen Rande eines Weinberges die Kaltluft zum Ausweichen.

---

[1]) Staudacher, Die Frostschäden im Forstbetrieb, deren Ursachen und Bekämpfung. Forstwiss. Zentralblatt **46**, 1924, 63, 65; 100—101; 59.

[2]) Geiger, R., Das Klima der bodennahen Luftschichten. Braunschweig 1927, S. 190; 193.

Über einen interessanten Versuch zur Abriegelung kalter Fallwinde berichtet Keßler.[1]) Durch Anbau eines 10 m breiten Fichtenstreifens am oberen Rande eines Weinberges ist in diesem ein wirksamer Frostschutz erreicht worden.

Alle diese Maßnahmen zur Verhütung der Frostschäden haben den Vorteil, daß sie nur einmal durchzuführen sind und zu einer mehr oder weniger dauernden Verbesserung des Klimas führen. In vielen Fällen werden sie aber nicht ausreichen oder auf Schwierigkeiten stoßen und durch fortlaufend wiederholte Maßnahmen ergänzt oder ersetzt werden müssen. Diese letzteren sollen als künstlicher Frostschutz zusammengefaßt werden. Dabei kann man zwei Wege einschlagen, indem man entweder die natürlich vorhandene Wärme zu erhalten oder Wärme zuzuführen sucht.

Dem ersteren Zweck dient die Verhinderung oder Herabsetzung der nächtlichen Wärmeausstrahlung. Darunter wird die Differenz zwischen der Ausstrahlung der Erdoberfläche und der Gegenstrahlung der Atmosphäre verstanden. Dies kann durch Verringerung der ausstrahlenden Oberfläche oder durch ihre Bedeckung mit einem künstlichen Schutz erreicht werden. Dabei darf man die Oberfläche nicht nur auf den nackten Boden beziehen, sondern muß sie mit Woeikof[2]) ausdehnen auf „diejenige Oberfläche, welche die Sonnenstrahlen direkt empfängt und direkt Wärme nach dem interplanetaren Raume ausstrahlt". Woeikof spricht demgemäß von der „äußeren tätigen Oberfläche". Da die Ausstrahlung naturgemäß mit der Größe der Oberfläche wächst, wird ihre Herabsetzung durch Verringerung der Oberfläche anzustreben sein.

Deshalb wird beispielsweise das Festwalzen von zu lockerem Boden empfohlen, das gleichzeitig durch Förderung seiner Kapillarität die Wärmezuführung aus tieferen Bodenschichten erhöhen soll. Kessler[3]) empfiehlt weiter, frostgefährdete Ländereien im Frühjahr vor den anderen von dem die Oberfläche vergrößernden Unkraut zu reinigen, so daß zur Zeit des Eintritts der Fröste sich unter den Kulturpflanzen vegetationsfreier Boden befindet. Wertvoll sind in diesem Zusammenhang Untersuchungen von Young[4]), der feststellen konnte, daß der in den Orangengärten von Kalifornien zur Bodenverbesserung übliche Anbau von Futterpflanzen unter den Obstbäumen frosterhöhend wirkt, weil die Vergrößerung der äußeren tätigen Oberfläche die Ausstrahlung erhöht. Allerdings bestehen zwischen den Vegetationsarten in dieser Hinsicht Unterschiede, auf die Staudacher[5]) aufmerksam gemacht hat, je nachdem ob es sich um vorwiegend flächige, horizontal liegende oder um vorwiegend vertikal gestellte Pflanzenteile handelt.

Für die Herabsetzung der Oberflächenausstrahlung durch eine Deckschicht kommen die verschiedensten Materialien in Frage. Dabei können entweder der Boden allein oder die Pflanze allein oder beide gemeinsam gegen zu starke Ausstrahlung geschützt werden. Als Schutzmittel sind in der Hauptsache Erde, Stroh, Rohr, Reisig, Papier, Tuch, Holz und Glas zu nennen.

---

[1]) Kessler, O.W., Der Stand der Frostbekämpfungsversuche im Frühjahr 1930. D. deutsche Weinbau 1930, 199.

[2]) Woeikof, A., Probleme der Bodentemperatur. Meteor. Ztschr. **21**, 1904, 50—62.

[3]) Kessler, O. W., Zur Frage der Bekämpfung der Schadenfröste. Obst- und Gemüsebau **76**, 1930, 82.

[4]) Young, F. D., Influence of cover crops on orchard temperatures. A further study of the relation between cover crops and orchard temperatures. Monthly Weather Review **50**, 1922, 521—526; **53**, 1925, 387—391.

[5]) Staudacher, Die Frostschäden im Forstbetrieb, deren Ursache und Bekämpfung. Forstwiss. Zentralbl. **46**, 1924, 3.

Auf die mannigfaltige Art ihrer Verwendung kann im einzelnen hier nicht eingegangen werden; darüber gibt eine umfangreiche Spezialliteratur Aufschluß.[1]) Wesentlich ist der Hinweis Geigers[2]), daß bei festen Bedeckungen ein Schutz nur dann möglich ist, wenn die Bedeckung ein schlechterer Wärmestrahler ist als der Erdboden bzw. die zu schützende Pflanze. Geiger erwähnt einen Fall, in dem über frostempfindliche Pflanzen alte, schon rostende Konservenbüchsen gestülpt wurden. Die Folge war, daß, während die unbedeckten Pflanzen keine Schädigungen erlitten, die bedeckten erfroren, da die vom Rost rauhe Metalloberfläche den denkbar besten Wärmestrahler bildete und infolgedessen die Temperatur der Metallbüchsen, welche sich dem von der Büchse eingeschlossenen Luftraum mitteilte, wesentlich unter diejenige der Umgebung herabging.

Statt fester Bedeckungsmittel lassen sich auch Wasser und künstliche Entwicklung von Rauch und Nebel zur Verringerung der Ausstrahlung verwenden.

Das Überfluten wird von den Preißelbeerpflanzern in Massachusetts, New Yersey und Wisconsin als Frostschutz benutzt, wobei die Höhe des Wasserspiegels sich nach der Stärke des Frostes richtet.[3]) Hiltner[4]) empfiehlt zum Schutz gegen Spätfröste das Überrieseln bewässerbarer Wiesen. Das Überfluten ist naturgemäß nur bei Kulturen anwendbar, welche durch das Wasser keinen Schaden erleiden.

Wesentlich größere Bedeutung hat die künstliche Entwicklung von Nebel und Rauch. Nebel ist ein disperses Gebilde, dessen Dispersionsmittel gasförmig, dessen disperse Phase flüssig ist; Rauch ist ein Nebel, dessen Teilchen fest sind.[5]) Beide zeigen in ihrem Verhalten nur geringe Verschiedenheit, so daß ihre scharfe Scheidung in diesem Zusammenhang überflüssig erscheint. Nebel und Rauch sollen als Ersatz für die in der Frostnacht fehlende Wolkendecke dienen. Die Wirkung derartiger künstlicher Wolkendecken ist noch völlig ungeklärt.

Von einer Erörterung des sehr verwickelten Problems der nächtlichen Wärmestrahlung muß hier natürlich abgesehen werden. Das Maß für die nächtliche Abkühlung der Erdoberfläche wird gegeben durch die effektive Ausstrahlung. Diese wird zunächst bestimmt durch die Mächtigkeit der über dem Beobachtungspunkt liegenden Atmosphäre, durch die Temperatur und durch die absolute Feuchtigkeit.[2]) Wasserdampf absorbiert in hohem Maße die von der Erde ausgehenden dunklen Wärmestrahlen, so daß bei hinreichendem Wasserdampfgehalt der Luft die von der Erdoberfläche ausstrahlende Wärme nicht in den Weltenraum hinausgestrahlt, sondern großenteils vom Wasserdampf absorbiert und teilweise wieder zurückgestrahlt wird. Die effektive Ausstrahlung geht weiter zurück, sobald der Himmel sich bewölkt, wobei sowohl der Grad der Himmelsbedeckung als auch die Art der Bewölkung maßgebend ist. Ähnliche Verhältnisse vermuten Lüstner und Molz[6]) bei den künstlichen Rauchwolken, deren Rußteilchen in hohem Maße Wärme absorbieren und ausstrahlen. Kessler[7]) meint aber noch 1928: „Wir können bei einigen Faktoren uns theoretische Erklärungen für die Wirkung der Schutzdecke wohl geben, wir können jedoch ohne sehr schwierige Versuche den Einfluß

---

[1]) Z. B. Kessler, O.W. u. a., Fröste und Frostbekämpfung im Weinbau. Mitt. Hess. Lehr- u. Versuchsanst. f. Wein- u. Obstbau. Heft 1—4, 1929. — Löschnig, J., Frostschäden und Frostschutz in der Landwirtschaft mit besonderer Berücksichtigung des Weinbaus. Wien 1928.

[2]) Geiger, R., Das Klima der bodennahen Luftschicht. Braunschweig 1927, S. 213; 39.

[3]) Young, F. D., Frost and the prevention of frost damage. U. S. Dep. Agricult. Farm. Bul. Nr. 1588, 1929, 12.

[4]) Hiltner, L., Pflanzenschutz. 2. Aufl. Stuttgart 1926, S. 43.

[5]) Freundlich, H., Kapillarchemie. 2. Aufl. Leipzig 1922, S. 1061.

[6]) Lüstner, G. und Molz, E., Schutz der Weinrebe gegen Frühjahrsfröste. Stuttgart 1909, S. 65.

[7]) Kessler, O. W., Fröste und Frostbekämpfung im Weinbau. Mitt. Hess. Lehr- u. Versuchsanst. f. Wein- u. Obstbau. Heft 2, 1928, 34.

der einzelnen Faktoren, nämlich der gasförmigen und festen Bestandteile sowie der Verbrennungswärme selbst auch nicht annähernd abschätzen."

Versuche mit künstlichen Nebeln, wie sie im Kriege zur Anwendung gelangten, sind in Amerika durchgeführt worden.

Young[1]) berichtet, es sei erwiesen, daß derartige Nebel praktisch keinen Schutz gegen Frostschäden bieten. Geiger[2]) führt diesen Mißerfolg auf ihren Mangel an Wasserdampf zurück. Im Einklang damit steht die Auffassung von Schmidt[3]), daß in den chemisch erzeugten Nebeln nicht etwa neuer Wasserdampf zugeführt wird, sondern nur eine Bindung des an Ort und Stelle vorhandenen an die einzelnen chemischen Kerne stattfindet. Kessler[4]) macht für die Wirkungslosigkeit das Fehlen der „Schutzdeckenwirkung" verantwortlich, wie er sie den Rußteilchen zuschreibt.

In neuester Zeit sind Versuche mit neuartigen Nebeln, sog. Säurenebeln, von Ext[5]) angestellt worden. Die Nebelerzeugung beruht in diesem Fall darauf, daß in Chlorsulfonsäure gelöstes Schwefeltrioxyd zur Verdampfung gebracht wird, das durch Erwärmung oder durch Auftropfenlassen auf gebrannten Kalk erfolgt. Ein abschließendes Urteil ist vorerst nicht möglich. Hilgendorff[6]) glaubt, daß bei Verwendung von Säurenebeln zum Frostschutz immer mit einer Gefährdung der Pflanzen zu rechnen sein wird, während Wegeleben[7]) die Aussichten des Verfahrens wesentlich günstiger beurteilt.

Die künstliche Rauchentwicklung, das eigentliche Frosträuchern, bildet die letzte derjenigen Maßnahmen, durch die man die natürlich vorhandene Wärme zu erhalten sucht.

Vermutlich ist die Wirkung des Frosträucherns freilich nicht allein auf die Erhaltung der Wärme beschränkt, vielmehr wird auch eine Zuführung von Wärme erfolgen, indem die Luft durch die Feuerstätten erwärmt wird. Wie die Verhältnisse im einzelnen liegen, ist noch wenig geklärt, so daß Kessler[4]) 1928 alle bislang durchgeführten Frosträucherversuche als Tastversuche mit gefühlsmäßiger Anwendung des Frosträucherrezeptes „Möglichst viel Rauch erzeugen" bezeichnet, ohne daß der Erfolg durch genaue Messungen nachgewiesen sei. Die strahlungsmindernde Wirkung des Räucherns ist abhängig von der Art des Rauches. Schmidt[3]) hat bei Rauch von brennendem Teer eine Verminderung der Ausstrahlung um 30—40 %, bei solchem von Reisigfeuer, das mit feuchtem Pferdemist und ähnlichem gedämpft wurde, um 70—80 % beobachten können. Außer den schon erwähnten Materialien werden auch besondere Räuchermassen verwandt.[8])

Im Gegensatz zu den bisher besprochenen Maßnahmen des künstlichen Frostschutzes ist das Hauptziel des eigentlichen Frostheizens nicht die Erhaltung der vorhandenen Wärme, sondern die Zuführung neuer Wärme. Allerdings wird

---

[1]) Young, F. D., Frost and the prevention of frost damage. U. S. Dep. Agricult. Farm. Bul. Nr. 1588, 1929, 12.

[2]) Geiger, R., Künstliche Frostbekämpfung. Wegweiser im Obst- u. Gartenbau **36**, 1928, 52.

[3]) Schmidt, W., Meteorologische Feldversuche über Frostabwehrmittel. Mitt. Hess. Lehr- u. Versuchsanst. f. Wein- u. Obstbau, Heft 4, 1929, 54; 53.

[4]) Kessler, O. W., Fröste und Frontbekämpfung im Weinbau. Mitt. Hess. Lehr- und Versuchsanst. f. Wein- u. Obstbau Heft 2, 1928, 33; 29.

[5]) Ext, W., Phytotoxische Versuche mit neuartigen künstlichen Nebeln, sog. Säurenebeln zur Abwehr von Nachtfrostschäden in Baumschulen, Weinbergen und sonstigen gärtnerischen Kulturen. Angew. Botanik **13**, 1931, 262—290.

[6]) Hilgendorff, Über die Verwendung von Säurenebeln im Pflanzenschutz. Nachrichtenbl. f. d. Deutsch. Pflanzenschutzdienst **11**, 1931, 9—10.

[7]) Wegeleben, R., Nachtfrostverhütung durch künstliche Nebel. Deutsche Landw. Presse **59**, 1932, 93—94.

[8]) Trappmann, W., Schädlingsbekämpfung. Leipzig 1927.

ebenso wie beim eigentlichen Frosträuchern das eine das andere nicht ausschließen, sondern eine mehr oder minder vereinigte Wirkung der Zuführung und Erhaltung von Wärme das Ergebnis sein, so daß eine reine Trennung von Frostheizen und Frosträuchern nicht in jedem Fall möglich ist.

Geiger[1]) bezeichnet geradezu das amerikanische „heater"-Verfahren als eine moderne Entwicklung des schon von den Römern betriebenen Frosträucherns. Er glaubt auch, daß die Wirkung weniger auf der unmittelbaren Wärmestrahlung des brennenden Öles bzw. des glühenden Metallgefäßes als auf der indirekten durch die Rauchwolken beruhe. Das dürfte aber kaum der Auffassung der Amerikaner entsprechen. Young[2]) bezeichnet gerade als Nachteil der wegen ihrer Billigkeit für das Heizen bevorzugten leeren Schmalzversandeimer (lard-pail heaters) die starke Rauchentwicklung; um sie zu vermeiden, bestehe immer wieder die Neigung, zu den teureren Metallöfen zu greifen. Er hat auch gemeinsam mit Kimball[3]) die frostschützende Wirkung des Rauches experimentell untersucht und ist dabei zu dem Ergebnis gekommen, daß der Rauch, wenn überhaupt, so doch nur sehr geringen Wert hat. Dementsprechend schreiben Schoonover und Brooks[4]) eindeutig lediglich der Hitze die Schutzwirkung zu. In ihren Versuchen haben sie es sich u. a. zur Aufgabe gemacht, das Frostheizen methodisch durch Verringerung der Rauchentwicklung zu verbessern. In Anlehnung an die amerikanische Auffassung fordert Löschnig[5]), daß auch bei uns der Heizeffekt in den Vordergrund gestellt werde; die Rauchentwicklung komme erst in zweiter Linie unterstützend in Frage. Schmidt[6]) dagegen vertritt den Standpunkt, daß das eigentliche Frostheizen schon aus rein wirtschaftlichen Gründen für uns keine Bedeutung habe. Als gebräuchlichstes Heizmaterial nennt Young[2]) Öle der verschiedensten Schwere, die nur einen möglichst geringen Wasser- und Asphaltgehalt haben müssen. Daneben werden verschiedene Koksarten, Steinkohlen, Briketts, Holz, ölgetränkte Holzspäne, gepreßtes Stroh und schließlich ein aus Kohlenstaub, Asphalt, Sägespänen und Salpeter gemischtes Produkt benutzt. Wichtig ist vor allem, daß nicht wenige große Feuer angezündet werden, sondern viele kleine, da Feuer einen starken vertikalen Luftstrom erzeugt, so daß die heiße Luft mehr oder weniger verloren geht und statt dessen die unerwünschte kalte Luft von den Seiten nachströmt. Auch in Deutschland sind in den letzten Jahren Geländeheizversuche durchgeführt worden, bei denen entweder Öl in besonders konstruierten Öfen oder auch Braunkohlenbriketts verbrannt wurden.[7])

Erwähnt sei schließlich noch, daß man die Heranführung warmer Luft noch auf einem andern Weg versucht hat. Bekanntlich hat die über dem Boden liegende Kaltluftschicht meist nur eine geringe Höhe, während sie von warmer Luft überlagert wird. Man hat deshalb in Südkalifornien zahlreiche Maschinen gebaut, um die Warmluft herabzuholen und den Pflanzen zuzuleiten. Praktischer Wert kommt diesen Versuchen nicht zu.

Welches der verschiedenen Verfahren des künstlichen Frostschutzes den Vorzug verdient, läßt sich generell nicht entscheiden. Das wird sich nach den gegebenen örtlichen Verhältnissen richten, die auf das genaueste zu prüfen sind. Geiger[1])

---

[1]) Geiger, R., Das Klima der bodennahen Luftschicht. Braunschweig 1927, S. 216; 222.

[2]) Young, F. D., Frost and the prevention of frost damage. U. S. Dep. Agricult. Farm. Bul. Nr. 1588, 1929, 21; 19—20.

[3]) Kimball, H. H. and Young, F. D., Smudging as a protection from frost. U. S. Monthly Weather Rev. 48, 1920, 461—462.

[4]) Schoonover, W. und Brooks, F. A., The smokiness of oil burning orchard heaters. Agricult. Exp. Stat. Berkeley California Bul. 536, 1932, 1—66.

[5]) Löschnig, J., Frostschäden und Frostschutz in der Landwirtschaft mit besonderer Berücksichtigung des Weinbaus. Wien 1928, S. 66.

[6]) Schmidt, W., Meteorologische Feldversuche über Frostabwehrmittel. Mitt. Hess. Versuchs- u. Lehranst. f. Wein- u. Obstbau, Heft 4, 1929, 99.

[7]) Kessler, O.W., Der Stand der Frostbekämpfungsversuche im Frühjahr 1930. D. deutsche Weinbau 1930, 199.

weist darauf hin, daß die Verhältnisse in Deutschland viel ungünstiger als in Amerika liegen, da bei uns der Frost eine viel häufigere Erscheinung sei. Andererseits könne aber viel mehr als bisher geschehen. Zur Prüfung aller Bekämpfungsmöglichkeiten wurde vorübergehend 1928 ein „Reichsausschuß für Frostabwehr im deutschen Weinbau" ins Leben gerufen. Über den Plan der eingeleiteten Versuche hat Kessler[1]) berichtet und dabei auch genaue Kostenangaben gemacht.

Außer der Temperatur bietet von den klimatischen Faktoren lediglich noch die Luftfeuchtigkeit in sehr beschränktem Umfang die Möglichkeit der Einwirkung im Sinne der Klimaverbesserung.

So kann man durch Anlage von Waldschutzstreifen und den dadurch verursachten Windschutz[2]) neben der Temperatur auch die Luftfeuchtigkeit bis zu einem gewissen Grade beeinflussen. Bekannt ist der Einfluß des Waldes auf die Hagelgefahr. Aereboe[3]) berichtet, daß nach dem Abhauen eines Waldes auf einem Bergrücken ein Gut in Westfalen fast Jahr für Jahr verhagelte, während vordem seit Menschengedenken niemals Hagel gefallen war. Neuerdings vermutet man auch einen Einfluß der Hochspannungsleitungen auf den Zug der Gewitterregen.

An dieser Stelle sei auch kurz der Versuche gedacht, durch Erzeugung starker Lufterschütterungen die Hagelbildung zu verhüten. Man benutzt dazu sog. Hagelraketen oder Hagelkanonen. Zschokke[4]) weist darauf hin, daß eine zuverlässige Erklärung für die behauptete Wirkung des Hagelschießens nicht gegeben werden könne, da wir über die Bedingungen und die Art und Weise der Hagelbildung noch nicht hinlänglich unterrichtet seien. Kleinschmidt[5]) ist sogar der Meinung, daß physikalische Erfahrungen dem Glauben an die Erfolgswirkung des Hagelschießens die Stütze entziehen. Auf Grund umfangreicher statistischer Erhebungen spricht er den heutigen Hagelraketen jeden Wert ab. Selbst wenn sich aber jemand von der Unwirksamkeit der Hagelraketen nicht überzeugen lasse, habe er doch keine Veranlassung zu schießen, da die Kosten des erhofften Schutzes größer als der Schaden seien.

Im wesentlichen wird aber eine Änderung der Luftfeuchtigkeit, soweit sie überhaupt möglich ist, nur auf dem Wege über eine solche der Bodenfeuchtigkeit zu erreichen sein, abgesehen davon, daß die Gestaltung des Pflanzenbestandes selbst, wie später zu zeigen sein wird, in gewissem Rahmen eine Beeinflussung der Luftfeuchtigkeit zuläßt. Das gilt jedenfalls für Freilandbedingungen. Anders liegen die Verhältnisse natürlich im Gewächshaus, wo man auch die Regelung der klimatischen Faktoren weitgehend in der Hand hat. Im einzelnen kann darauf an dieser Stelle nicht eingegangen werden. Wie wenig aber gerade hier den Grundsätzen der Hygiene entsprochen wird trotz günstigster Möglichkeiten, zeigt die Auffassung von Böhmig[6]), daß 90% aller in Glashäusern auftretenden Krankheiten und Schädlinge auf falsche Kulturmaßnahmen zurückzuführen seien.

---

[1]) Kessler, O.W., Der Stand der Frostbekämpfungsversuche im Frühjahr 1930. D. deutsche Weinbau 1930, 199—202.

[2]) Bargmann, B. A., Die Verteidigung und Sicherung der Wälder gegen die Angriffe und die Gewalt der Stürme, unter besonderer Berücksichtigung der örtlichen Windablenkungen. Allg. Forst- und Jagdztg. **80**, 1904, 81ff. — Fritzsche, K., Sturmgefahr und Anpassung. Tharandter Forstl. Jahrb. **84**, 1933, 1—90.

[3]) Aereboe, F., Landwirtschaftliche Betriebslehre. 5. Aufl. Berlin 1920, S. 22.

[4]) Zschokke, Hagelraketen. D. deutsche Weinbau **10**, 1931.

[5]) Kleinschmidt, E., Das Hagelschießen. Ztschr. f. angew. Meteorologie **49**, 1932, 39—51.

[6]) Böhmig, F., Betrachtungen über gärtnerischen Pflanzenschutz. Gartenwelt **33**, 1929, 621.

2. Bodenverbesserung

Feuchtigkeit und Nährstoffgehalt wurden früher als die in erster Linie für das Gedeihen der Pflanzen entscheidenden edaphischen Standortsfaktoren angeführt. Demgemäß wird sich auch die Bodenverbesserung vor allem mit diesen beiden Faktoren zu befassen haben. Soweit es sich dabei um einmalige Maßnahmen zur dauernden Verbesserung handelt, die naturgemäß auch die richtige Erhaltung der einmal getroffenen Einrichtungen einschließen, spricht man meist von Meliorationen. Die ständig wiederkehrenden dagegen faßt man einerseits als Bodenbearbeitung, andererseits als Düngung zusammen. Diese beiden letzteren Begriffe sind also eigentlich dem der Bodenverbesserung untergeordnet; denn um eine solche handelt es sich ja in jedem Falle. Da aber Bodenbearbeitung und Düngung an Wichtigkeit in keiner Weise hinter den Maßnahmen zur dauernden Bodenverbesserung zurückstehen, vielmehr die Hauptarbeit des Pflanzenbauers bilden, erscheint es berechtigt, sie diesen nebenzuordnen. So gelangt man zur Beschränkung des Begriffs Bodenverbesserung auf die einmaligen Maßnahmen von dauernder Wirkung, während die enge Zusammengehörigkeit von Bodenverbesserung, Bodenbearbeitung und Düngung durch den übergeordneten Begriff Standortsverbesserung gewahrt bleibt.

Die Bodenverbesserung strebt vor allem eine Regelung des Wasserhaushalts an. Alle anderen Ziele sind demgegenüber von untergeordneter Bedeutung, wenn auch, wie gleich zu zeigen sein wird, vielfach gar nicht die Bodenfeuchtigkeit als solche das wirksame Moment der Verbesserung ist. Rothe[1]) versteht sogar unter Melioration lediglich die Wasserregulierung; sie ist die grundlegende Voraussetzung für jede Kultur. Dabei denken wir in erster Linie an die verschiedenen Verfahren der Entwässerung und Bewässerung, mit deren Hilfe wir den Grundwasserstand senken, überschüssiges Wasser abwehren und Wassermangel beheben. Ist durch diese Maßnahmen die Grundlage eines geordneten Wasserhaushalts im Boden geschaffen, so läßt sich weiterhin in gewissen Grenzen eine Regelung auch durch Bodenbearbeitung erreichen. Es braucht nur daran erinnert zu werden, daß ein Boden in lockerem Zustand über 50% mehr Wasser festzuhalten vermag und 20% weniger Wasser durch Verdunstung an die Atmosphäre verliert als in unbearbeitetem Zustand.[2]) Welcher Weg im einzelnen einzuschlagen ist, ist hier nicht zu erörtern. Vielmehr handelt es sich an dieser Stelle nur um die Frage, ob und wie weit Bodenverbesserung durch zweckentsprechende Regelung des Wasserhaushalts geeignet ist, als hygienische Maßnahme zu dienen.

Für die anzustrebende Höhe des Grundwasserstandes, die für die einzelnen Kulturarten im Sinne der landwirtschaftlichen Betriebslehre ganz verschieden ist und sich außerdem nach Klima und Boden richtet, gelten allgemeine Richtlinien. Andererseits wurde früher bei Besprechung der Standortsberücksichtigung festgestellt, daß jede Pflanzenart und jede Varietät ein mehr oder minder ausgesprochenes Optimum der Wasserversorgung hat. Je mehr Grundwasserstand

---

[1]) Rothe, J., Meliorationen. Handbuch d. Landwirtschaft. Bd. 2. Berlin 1929, S. 138.
[2]) Mitscherlich, E. A., Steigerung der Pflanzenerträge unter dem Einfluß der Vegetationsfaktoren und der Bodenbearbeitung. Landw. Hefte Nr. 24. Berlin 1913, 17.

und Feuchtigkeitsgehalt des Bodens vom jeweiligen Optimum abweichen, um so größer ist die Gefahr krankhafter Entwicklungsstörungen der Pflanze. Diese brauchen freilich keineswegs nur durch das Übermaß oder durch den Mangel an Feuchtigkeit bedingt zu sein. Es ist bekannt, daß die Bodenfeuchtigkeit in engster Beziehung zu anderen edaphischen Faktoren steht, vor allem zu dem Luftgehalt und zur Wärme des Bodens, und daß sie auch auf die klimatischen Faktoren der bodennahen Luftschicht von großem Einfluß ist. Veränderungen des einen Faktors ziehen notwendigerweise solche des anderen nach sich. Es braucht also keineswegs immer die zu hohe oder die zu niedrige Bodenfeuchtigkeit als solche die Ursache der Entwicklungsstörungen zu sein. So macht man auf zu feuchten Böden weniger den hohen Feuchtigkeitsgehalt als den Sauerstoffmangel für das mangelhafte Gedeihen der Pflanzen verantwortlich. Die Verhältnisse werden dadurch kompliziert, wie es allgemein für parasitäre Erkrankungen zutrifft, daß Änderungen in der Bodenfeuchtigkeit und der mit ihr in Zusammenhang stehenden Faktoren sich nicht nur an der Pflanze auswirken, sondern auch an ihren Parasiten. Wir haben es also bei der Ent- und Bewässerung mit besonders komplizierten Maßnahmen zu tun, welche die sichere Entscheidung über den hygienischen Wert der Bodenverbesserung, insbesondere ihrer einzelnen Faktoren erschweren. Immerhin kennen wir heute doch eine Reihe von Fällen, in denen der positive Nachweis hinreichend sicher erbracht ist.

Zunächst ist zu bedenken, daß Beseitigung schädlichen Grundwassers schnellere Erwärmung des Bodens zur Folge hat und frühere Bestellung ermöglicht. Das kann zu einem im Laufe der Vegetation sehr wichtigen Vorsprung führen, auf den bei Besprechung des Einflusses der Saatzeit noch zurückzukommen sein wird. Als weiteren Vorteil entwässerter Felder führt Rothe[1]) an, daß die Pflanzen auf ihnen infolge tieferer Bewurzelung Dürrezeiten besser überstehen.

Entscheidende Bedeutung kommt der Grundwassersenkung als Maßnahme gegen den früher erwähnten Niedergang des niederelbischen Obstbaues zu, bei dem die Wasser- und Bodenverhältnisse von großer Bedeutung sind. Wartenberg[2]) bezeichnet die Entsäuerung des sandarmen, eisenhaltigen Tonbodens durch das Steigen des Grundwasserspiegels als Letalfaktor beim Obstbaumsterben in den Marschen. Eine im Weinbau sehr verbreitete Erkrankung ist die Chlorose, die allerdings durch die verschiedensten Ursachen hervorgerufen werden kann, unter denen vor allem mangelhafte Durchlüftung des Bodens genannt wird. Müller[3]) empfiehlt zu ihrer Verhütung in erster Linie Beseitigung stauender Nässe im Boden durch Drainage, Einführen von Schlacken oder tiefes Rigolen neben reichlicher Bodenbearbeitung. Schottler und Scheu[4]) berichten, daß Schlackendränage in Gräben auch in Weinbergen, die von Kalkchlorose befallen waren, die Gelbsucht fast vollständig geheilt hat. Ebenso wie die Chlorose der Weinrebe geht die der Obstbäume in der Mehrzahl der Fälle auf schlechte Durchlüftung des Bodens zurück, die namentlich durch zu hohen Grundwasserstand bedingt ist. Hiltner[5]) sieht deshalb in der Entwässerung die wichtigste Maßnahme gegen ihr Auftreten.

[1]) Rothe, J., Meliorationen. Handbuch d. Landw. Bd. 2. Berlin 1929, S. 145.

[2]) Wartenberg, H., Die Bodenverhältnisse der niederelbischen Marschen und ihre phytopathologische Bedeutung für den Obstbau. Arb. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstw. **17**, 1930, 419.

[3]) Müller, K., Chlorose. Weinbau-Lexikon, Berlin 1930, S. 135.

[4]) Schottler, W. und Scheu, Die Gelbsucht der Weinberge in der Provinz Rheinhessen und ihr Zusammenhang mit den Bodenverhältnissen. Arb. Landw. Kammer Hessen, Heft 35, 1925, 43.

[5]) Hiltner, L., Pflanzenschutz. 2. Aufl. Stuttgart 1926, S. 278.

Von ausschlaggebender Bedeutung ist die Regelung des Wasserhaushalts namentlich auch bei den Bewässerungskulturen. Hier kommt es, wie Mumford[1]) betont, nicht nur auf die Zuführung des Wassers überhaupt an, sondern vor allem auf die richtige Art der Bewässerung, die so wenig wie möglich die Bodendurchlüftung beeinträchtigen muß.

Er weist in diesem Zusammenhang auf die schädlichen Folgen übermäßiger Bewässerung der Baumwollkulturen in Ägypten hin, die zur Welkekrankheit, zum Kapselabwurf und zu schweren Schädigungen durch Parasiten und damit zu einem allgemeinen Rückgang der Ernten geführt hat. Derartige Erscheinungen können freilich, wie Kränzlin und Marcus[2]) betonen, die Folge der verschiedensten Unregelmäßigkeiten in der Wasserführung des Bodens sein; diese Autoren bezeichnen deshalb Regulierung und Erhaltung der Bodenfeuchtigkeit sowie Ableitung überschüssigen Wassers als wichtigste Maßnahme zur Gesunderhaltung der Baumwolle. Die gleiche Beobachtung machte Howard[3]) beim Auftreten der Welkekrankheit von *Indigofera arrecta Hochst.* in Bihar. Diese Krankheit macht sich immer in der letzten Hälfte der Regenperiode bemerkbar. Die schweren Regenfälle zerstören die Porosität der Bodenoberfläche und beeinträchtigen dadurch die Bodendurchlüftung, was seinen Ausdruck in dem Anstieg des Kohlensäuregehalts im Boden findet. Gleichzeitig steigt das Wasser der Flüsse an und damit auch der Grundwasserstand. Die Folge beider Erscheinungen ist ein Absterben der feinen Würzelchen und der Wurzelknöllchen. In Übereinstimmung damit beobachtete Howard, daß von *Hibiscus canabinus L.* und *Crotularia juncea L.* nur die tief wurzelnden Varietäten die Krankheit zeigten, während die flach wurzelnden überwiegend gesund blieben.

So schädlich demnach eine übermäßige Wasserzuführung werden kann, die zu den gleichen Folgen wie ungenügende Entwässerung führen muß, so segensreich wirkt sie in richtiger Weise angewandt. Gleisberg[4]) weist darauf hin, daß viele Krankheiten und Schädigungen auf ungenügende Wasserzufuhr zurückzuführen sind. Aber auch er betont die Wichtigkeit ihrer zweckentsprechenden Durchführung und setzt sich in diesem Zusammenhang für die Untergrundbewässerung ein, die mancherlei nachteilige Folgen des Bewässerns von oben vermeide. Ebenso bemerkt Mc Millan[5]) bei Erörterung des Fusariumbefalls von Kartoffeln auf Bewässerungsböden treffend, daß sich keine festen Regeln für die Wasserzuführung angeben lassen, weil jedes Stück seine besondere Behandlung erfordere. Eine wichtige Maßnahme bildet die Wasserzuführung auch im Obstbau, um das vorzeitige Abfallen und das Stippigwerden des Obstes zu verhüten. Andererseits darf freilich die Bewässerung im Herbst nicht zu lange ausgedehnt werden, da sonst die Gefahr besteht, daß das Holz nicht ausreift und dadurch dem Frost nicht genügend Widerstand leistet.[6])

Diese Verhütung anormaler Prädisposition spielt naturgemäß auch eine große Rolle bei dem Befall der Pflanzen durch Parasiten.

---

[1]) Mumford, E. P., Cotton stainers and certain other sapfeeding insect pests of the cotton plant. London 1926.

[2]) Kränzlin, G. und Marcus, A., Baumwolle. Leipzig 1931, S. 163.

[3]) Howard, A., The influence of soil factors on disease resistance. Ann. appl. Biol. **7**, 1921, 375—382.

[4]) Gleisberg, J., Untergrundbewässerung oder Beregnung in Gemüsetreibhäusern? Gartenwelt **36**, 1932, 361.

[5]) Mc Millan, H. G., Fusarium-blight of potatoes under irrigation. Journ. Agric. Res. **16**, 1919, 298.

[6]) Hiltner, L., Pflanzenschutz. 2. Aufl. Stuttgart 1926, S. 244.

So hat Hemmi[1]) beobachtet, daß Reispflanzen auf trockenem Boden anfälliger gegenüber *Piricularia oryzae* sind. Besonders lehrreich sind in dieser Hinsicht wieder die Untersuchungen von Howard.[2]) Er fand z. B., daß im Winter kurz bewässerte Obstbäume keinen Blattlausbefall zeigten, während unmittelbar benachbarte, die lange überflutet waren, stark befallen wurden. Die Ursache sieht er darin, daß nach den Erfahrungen in Belutschistan Bodenstruktur und Bodendurchlüftung durch Winterbrache bedeutend verbessert werden, durch Bewässerung um diese Zeit dagegen stark leiden, was wieder eine Beeinträchtigung der Wurzelentwicklung zur Folge hat und dadurch Änderungen im Wassergehalt der Pflanze hervorrufen soll. Den letzteren mißt er entscheidende Bedeutung für die Resistenz der Pflanzen gegen saugende Insekten bei, Gedankengänge, die sich mit denen von Münch[3]) begegnen, nach dessen Untersuchungen Holzpilze in wasserreiches Holz nicht einzudringen vermögen.

Wie ein Übermaß der Wasserzuführung auch in diesem Fall schädlich sein kann, so wird sie andererseits bei richtiger Durchführung als Vorbeugungsmaßnahme gegen mancherlei Schäden durch Insekten empfohlen aus der Erkenntnis heraus, daß diese wie z. B. die Erdflöhe auf feuchtem Boden sich nicht wohl fühlen.[4])

Zur Erhöhung der Bodenfeuchtigkeit für einen solchen Zweck ist nicht immer Bewässerung notwendig. Schablitzki[5]) hält Beimischungen von Torfmull oder Bedecken mit diesen für ausreichend. Erinnert sei in diesem Zusammenhang auch an das in den letzten Jahren auch in Deutschland verschiedentlich erprobte, in der Ananaskultur auf Hawai schon seit langem gebräuchliche Verfahren der Bodenbedeckung.[6])

Unter Umständen kann die Bewässerung aber auch ins Extrem gesteigert werden, um Schädlinge auf diese Weise zu ersticken.[7]) Dann stellt sie jedoch keine Kulturmaßnahme der Hygiene mehr dar, sondern ein Bodenentseuchungs- oder ein Bekämpfungsverfahren.

Viel häufiger sind diejenigen Fälle, in denen durch Entwässerung dem Parasitenbefall vorgebeugt werden kann, was bei den erwähnten ungünstigen Folgen zu hoher Bodenfeuchtigkeit für die Wurzelentwicklung nicht überraschen kann. Dazu kommt, daß über einem nassen Boden auch die Luftfeuchtigkeit der bodennahen Luftschicht höher ist und damit ein weiteres günstiges Moment für die Entwicklung namentlich von parasitären Pilzen und Bakterien gegeben ist. In dieser Hinsicht braucht nur an die früheren Ausführungen über den Einfluß der örtlichen Lage auf das Auftreten von Pflanzenkrankheiten erinnert zu werden. Entwässerung eines zu feuchten Bodens wird also in der verschiedensten Weise dem Auftreten von Krankheiten vorbeugen können durch Verhütung der abnormen Prädisposition der Pflanze, die dem Parasiten den Befall erschwert, dessen Entwicklung weiter beeinträchtigt wird durch ihm nachteilige Gestaltung

[1]) Hemmi, T., Experimental studies on the relation of environmetal factors to the occurence and severity of blast disease in rice plants. Phytopath. Ztschr. **6**, 1933, 322.

[2]) Howard, A., The influence of soil factors on disease resistance. Ann. appl. Biol. **7**, 1921, 385—386.

[3]) Dieses Handbuch Bd. III, 5. Aufl. Berlin 1932, S. 308.

[4]) Hiltner, L., Pflanzenschutz. 2. Aufl. Stuttgart 1926, S. 51.

[5]) Schablitzki, Torfmull als Mittel im Kampf gegen Feinde und Krankheiten unserer Pflanzen. Erf. Führer Obst- u. Gartenbau **28**, 1927, 114.

[6]) Reinhold, J. und Schmidt, M., Bodenbedeckungsversuche mit verschiedenen künstlichen Abdeckungsstoffen. Ztschr. f. Pfanzenernährung, Düngung u. Bodenkunde. Teil B. **12**, 1933, 191—241. Literatur.

[7]) Hollrung, M., Die Mittel zur Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten. 3. Aufl. Berlin 1923, S. 296.

der edaphischen und mikroklimatischen Faktoren. Deshalb wird auch Entwässerung sehr häufig als hygienische Maßnahme empfohlen.

Nur durch Dränung gelingt es, wie Gassner[1]) meint, in vielen Fällen, starkem Rostbefall und Schäden des Getreides durch Mehltau vorzubeugen. Pichler[2]) empfiehlt zur Verhütung des Schneeschimmels Dränage von bindigen Böden sowie von solchen Stellen des Ackers, die eine stagnierende Nässe bedingen. Peters[3]) fordert Dränage aller nassen, zur Rübenkultur herangezogenen Äcker, da Nässe für das Gedeihen der bodenbewohnenden Wurzelbranderreger von Vorteil sein kann. Nach den Beobachtungen von v. Richthofen[4]) kann man auch dem Auftreten des Rübenschorfs durch Entwässerung wirksam begegnen. Noack[5]) meint, daß man auf tiefliegenden Feldern durch geeignete Dränage Schädigungen durch *Claviceps purpurea* vermeiden könne. Jones und Drechsler[6]) glauben, daß Dränage oder in Bewässerungsdistrikten verminderte Bewässerung im Frühjahr den Befall der Luzerne durch *Urophlyctis alfalfae Magn.* vermindern wird. Auch zur Verhütung des Auftretens von *Gloeosporium Lindemuthianum* sehen Schaffnit und Böning[7]) alle Maßnahmen als geeignet an, die ein rasches Versickern des Wassers ermöglichen, unter denen sie auch Dränage von bindigen Böden und Stellen innerhalb des Feldes nennen. Das Gleiche gilt für Erkrankungen des Tabaks auf dem Felde. Böning[8]) rät in diesem Zusammenhang auch zum Ausfüllen von Bodensenken. Im Obstbau wird namentlich das Auftreten des *Nectria*-Krebses auf nassen kalten Böden begünstigt und dementsprechend Entwässerung gefordert[9]). „Trockenlegung" entzieht schließlich nach den Angaben von Hollrung[10]) Drahtwürmern und Wiesenschnaken sowie *Ophiobolus graminis*, *Sclerotinia trifoliorum* und *Rhizoctonia violacea* die erforderlichen Daseinsbedingungen, wobei Hollrung als Mittel zur „Bodenentfeuchtung" neben Dränage, Anlage von Abzugsgräben und Anbau von Gehölzen mit starkem Feuchtigkeitsverbrauch auch Walzen und Eggen anführt, Maßnahmen also, auf die noch bei Besprechung der Bodenbearbeitung einzugehen sein wird. Gleichzeitig macht er aber auch den wichtigen Hinweis, daß die Bodenverbesserung unter Umständen auch das Aufkommen anderer Kulturfeinde begünstigen kann. So ist Escherich[11]) zu der Überzeugung gelangt, daß die Trockenlegung ein sehr wesentlicher Faktor in dem Ursachenkomplex der Übervermehrung des Maikäfers ist. Feuchte Reviere haben nach seinen Beobachtungen kaum unter dem Schädling zu leiden.

Das Für und Wider ist in jedem Fall also sorgfältig abzuwägen, wobei natürlich auch die Kostenfrage wesentlich mitsprechen wird. Die hygienische Bedeutung der Bodenverbesserung kann dadurch freilich in keiner Weise beeinträchtigt

---

[1]) Gassner, G., Pflanzenkrankheiten. Handb. d. Landw. Bd. 2. Berlin 1930, S. 462.

[2]) Pichler, F., Der Schneeschimmel. Ursachen und Abwehr seines Auftretens. Fortschr. d. Landw. **8**, 1933, 153.

[3]) Peters, L., Der Wurzelbrand der Rüben. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstw. Flugblatt 44, 1926.

[4]) Richthofen, v., Rübenschorf. Ill. Landw. Ztg. **48**, 1928, 129.

[5]) Noack, M., Dieses Handbuch Bd. 2. 5. Aufl. Berlin 1928, S. 583.

[6]) Jones, F. R. und Drechsler, Ch., Crownwart of alfalfa caused by Urophlyctis alfalfae. Journ. Agric. Res. **20**, 1920, 319.

[7]) Schaffnit, E. und Böning, K., Die Brennfleckenkrankheit der Bohnen. Forsch. a. d. Gebiet d. Pflanzenkrankh. u. d. Immunität i. Pflanzenreich. I. Mitt. 1925, 180.

[8]) Böning, K., Weitere Beiträge zur Kenntnis der Krankheiten des Tabaks. Arb. Bayer. Landesanst. f. Pflanzenbau u. Pflanzenschutz. Heft 8, 1929, 30.

[9]) Dieses Handbuch Bd. 2. 5. Aufl. Berlin 1928, S. 558.

[10]) Hollrung, M., Die Mittel zur Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten. 3. Aufl. Berlin 1923, S. 57.

[11]) Escherich, K., Die Maikäferbekämpfung im Bienwald (Rheinpfalz) — ein Musterbeispiel technischer Schädlingsbekämpfung. Ztschr. f. angew. Entomol. **3**, 1916, 134.

werden. „Meliorationen und kulturtechnische Arbeiten bilden die Grundlage, auf welcher rationelle Bodenbearbeitung und Düngung überhaupt erst vollen Erfolg bringt.“[1])

3. Bodenbearbeitung

Als Endziel aller Bodenbearbeitung bezeichnet Roemer[2]) Herstellung und Erhaltung der Bodengare. Unter dieser versteht v. Rümker[1]) in Anlehnung an Droop[3]) den Zustand des Bodens, in welchem die Zugänglichkeit für Atmosphärilien infolge guter Durchlüftung am vollkommensten und die Bakterientätigkeit bei Gegenwart vergärungsfähiger organischer Substanzen am lebhaftesten ist. Ein garer Acker befindet sich also, wie Löhnis[4]) es ausdrückt, in dem günstigsten chemischen, physikalischen und biologischen Zustand, den er seiner Natur nach überhaupt erreichen kann. Dieser Idealzustand der vollen Gare tritt selten ein, meist wird nur eine mehr oder weniger von dem Ideal entfernte Teilgare erzielt. In diesem Zustand verharrt der Boden auch nicht, sondern er hat immer die Neigung, in den Zustand des Naturbodens zurückzukehren, ein Vorgang, dessen Schnelligkeit von den verschiedensten Faktoren abhängt. Deshalb muß die Bodenbearbeitung auch eine ständig wiederkehrende Maßnahme sein.

Schon v. Rosenberg-Lipinski[5]) hat darauf hingewiesen, daß ohne Eintritt der normalen Gare sich nie ein gedeihliches Pflanzenleben entwickelt. Je mehr sich deshalb der Boden von diesem Zustand entfernt, um so leichter und um so stärker werden sich bei den Pflanzen Entwicklungsstörungen bemerkbar machen, die schließlich die Schwelle des Krankhaften im Sinne der Definition von Klebahn überschreiten werden, so daß es zu den mannigfaltigsten, durch ungünstige Bodenverhältnisse verursachten Erkrankungen kommt. Derartige Schwächungen der Pflanzen machen sie aber außerdem — nach der Lehre von der abnormen Prädisposition — dem Parasitenbefall gegenüber anfälliger, so daß wir auch umgekehrt mit Löhnis[4]) sagen können, daß die auf einem garen Boden angebauten Pflanzen durch die ihnen dort gebotenen günstigsten Wachstumsbedingungen zugleich widerstandsfähiger gegen Krankheiten und Schädlinge werden.

Der Bodenbearbeitung kommt demnach ein hoher hygienischer Wert zu. Diese Bedeutung war, wie früher angedeutet wurde, mit der Vernachlässigung, welche die Bodenbearbeitung lange Zeit erfahren hatte, stark in Vergessenheit geraten. An warnenden Mahnungen hat es nie gefehlt.

So wies v. Rümker[1]) um die Jahrhundertwende darauf hin, daß die reichlichste Düngung die Fehler der Bearbeitung des Bodens niemals vollständig ersetze. Durch die Schaffung des Begriffes der Bodenhygiene hat dann Hiltner[6]) auf die enge Beziehung zwischen Pflanzen-

---

[1]) Rümker, K. v., Der Boden und seine Bearbeitung. 7. Aufl. Berlin 1919, S. 37, 36.
[2]) Roemer, Th., Bodenbearbeitung. Handb. d. Landw. Bd. 2. Berlin 1929, S. 221.
[3]) Droop, H., Die Brache in der modernen Landwirtschaft. Heidelberg 1900, S. 174.
[4]) Löhnis, F., Bodenbakterien und Bodenfruchtbarkeit. Berlin 1914, 55.
[5]) Rosenberg-Lipinski, A. v., Der praktische Ackerbau. Bd. 1. 6. Aufl. Breslau 1879, S. 296.
[6]) Hiltner, L., Über den Einfluß der Ernährung und der Witterung auf das Auftreten pilzlicher und tierischer Schädlinge. Jahrb. Deutsche Landw. Ges. **27**, 1912, 167.

schutz und Bodenbearbeitung aufmerksam gemacht. Und schließlich hat Mitscherlich[1]) 1913 klar zum Ausdruck gebracht, daß der Bodenbearbeitung noch eine weitere Aufgabe zukomme, deren Bedeutung immer mehr zunehmen werde, je höher und intensiver unsere Bodenkultur werde, nämlich die der Vernichtung der Pflanzenschädlinge, seien diese nun tierischer oder pflanzlicher Art.

Heute wird gründliche Bodenbearbeitung in vielen Fällen als wertvolle Maßnahme zum Schutz der Pflanzen gegen Erkrankung bezeichnet.

So betont Schander[2]) für den Kartoffelbau: „Alle Maßnahmen der Bodenverbesserung, Bodenbearbeitung und Düngung, die das Wachstum der Kartoffel begünstigen, sind Mittel der Gesunderhaltung der Bestände und umgekehrt. Im Verein mit einer nicht zu großen Pflanzweite bedingen sie aber auch die Gesunderhaltung einer Zucht, sie wirken auslesend zugunsten der kräftigen gesunden und widerstandsfähigen Stauden." Ähnlich bezeichnet Roemer[3]) bei Besprechung einer ganzen Reihe von Zuckerrübenkrankheiten als das beste und meist auch das einzige Mittel die bestmögliche Kultur, um die Rüben widerstandsfähig zu machen und das Wachstum zu fördern, damit sie die Schäden rasch überwinden. Bier[4]) führt das Nichtauftreten von *Plasmodiophora brassicae* auf den Erfurter Blumenkohlfeldern trotz jährlich zweimaligem Anbau während vieler Jahre auf die häufige und gründliche Bodenbearbeitung zurück.

Es würde zu weit führen, hier im einzelnen alle Erkrankungen aufzuführen, zu deren Verhütung allgemein gründliche Bodenbearbeitung empfohlen wird. Diese setzt sich nun bekanntlich aus einer ganzen Reihe von Maßnahmen zusammen. Wenn diese auch in ihrer Gesamtheit das obengenannte Ziel anstreben, so kann doch im einzelnen der Zweck sehr verschiedenartig sein. Mit Recht mahnt v. Rümker[5]), sich bei jeder Verrichtung vorher darüber klar zu werden, zu welchem Zweck sie überhaupt und gerade jetzt stattfindet und was für Folgen sie haben muß und wird. Das gilt im besonderen auch, wenn wir die Bodenbearbeitung in den Dienst der Pflanzenhygiene stellen wollen. Es muß an dieser Stelle natürlich davon abgesehen werden, Richtlinien für die Erzielung der Gare zu geben; das ist Aufgabe der Ackerbaulehre. Ein möglichst garer Acker muß hier als grundlegende und unerläßliche Voraussetzung für die Gewinnung gesunder Pflanzenbestände angesehen werden. In eine Besprechung der Einzelmaßnahmen der Bodenbearbeitung ist dann nur insoweit einzutreten, als sie geeignet sind, darüber hinaus krankheitsverhütend zu wirken. Dabei ist es am besten, chronologisch vorzugehen, indem zunächst diejenigen Maßnahmen erörtert werden, welche vor der Saat durchzuführen sind, und daran die nach der Saat durchzuführenden sich anschließen.

Die Bodenbearbeitung vor der Saat beginnt mit einem mehr oder minder tiefen Pflügen des Bodens nach der Ernte. Von besonderer Bedeutung ist bekanntlich das sofortige flache Wenden nach der Getreideernte, das sogenannte Schälen oder Stoppelstürzen. Es dient in erster Linie der Beeinflussung des Wasserhaus-

---

[1]) Mitscherlich, E. A., Steigerung der Pflanzenerträge unter dem Einflusse der Vegetationsfaktoren und der Bodenbearbeitung. Landw. Hefte Nr. 24. Berlin 1930, S. 30.

[2]) Schander, R., Einfluß der Bodenbearbeitung und Düngung auf den Ertrag und den Gesundheitszustand der Kartoffeln. Landw. Zentralbl. f. d. Prov. Posen **45**, 1917, 234—238.

[3]) Roemer, Th., Handbuch des Zuckerrübenbaus. Berlin 1927, S. 310.

[4]) Bier, A., Schädlingsbekämpfung durch Bodenpflege. Erf. Führer i. Obst- u. Gartenbau **21**, 1920, 197.

[5]) Rümker, K. v., Der Boden und seine Bearbeitung. 7. Aufl. Berlin 1919, S. 38.

halts durch Verringerung der Verdunstung und Erhöhung der Wasseraufnahmefähigkeit.

Auf die ausschlaggebende Bedeutung des Schälens und Pflügens im Herbst gerade in diesem Zusammenhang hat Rademacher[1]) bei Besprechung der Maßnahmen zur Verhütung des Auftretens der Flissigkeit des Hafers und der Heidemoorkrankheit hingewiesen. Savulescu[2]) kommt auf Grund von umfangreichen Beobachtungen über den Rostbefall des Weizens in Rumänien zu dem Ergebnis, daß gute Bodenbearbeitung im Herbst, welche in dieser trockenen Zeit des rumänischen Klimas eine größere Wasseraufnahme sicherstellt, die Infektion durch Braun- und Gelbrost im Herbst und im nächsten Jahr vermindert, indem sie die Bestockung begünstigt.

Weiter trägt das Schälen in hervorragender Weise zur Vertilgung des Unkrautes bei und erfüllt auch damit eine wichtige pflanzenhygienische Aufgabe, auf die später noch zurückzukommen sein wird. Vom Standpunkt der Pflanzenhygiene kann jegliches Pflügen nach der Ernte vor allem aber auch dann von großem Wert werden, wenn die vorangegangene Frucht von Schädlingen stärker befallen war. Durch mehr oder minder tiefes Umpflügen gelingt es, manche von diesen zu vernichten. Streng genommen handelt es sich also ebenso wie bei der Getreidebeizung um eine Bekämpfungsmaßnahme, die aber wegen ihrer vorbeugenden Wirkung und um die Geschlossenheit der Darstellung der hygienischen Kulturmaßnahmen zu wahren, hier behandelt sei.

Die Zahl von Schädlingen, deren Auftreten man durch das Pflügen des Bodens nach der Ernte wirksam vorbeugen können soll, ist sehr groß. Dabei soll das Pflügen den verschiedensten Zwecken dienen.

Hollrung[3]) unterscheidet das Unterpflügen, bei dem die Schädlinge mit so viel Erdreich bedeckt werden, daß „sie dadurch als unschädlich gemacht gelten können", das Vergällen der Eiablagestätten durch sofortiges Einpflügen des auf das Feld gebrachten Stallmistes sowie wasserreicher Ernterückstände, die Ausschaltung der für die Entwicklung notwendigen Witterungseinflüsse durch tiefes Einbringen in den Boden und die Beseitigung des Bodenschutzes durch Heraufbringen an die Bodenoberfläche. Für jeden dieser vier Fälle führt Hollrung eine Anzahl von Beispielen an. Eine Zusammenstellung der auf der Getreidestoppel in Betracht kommenden Schädlinge hat Baudys[4]) gegeben. Schädlinge von Zuckerrüben, Raps, Erbsen, Bohnen und Möhren, gegen die man durch Umpflügen erfolgreich vorgehen können soll, nennt Hiltner[5]). Schließlich ist auch das Umgraben der Baumscheiben hier zu nennen, das der Vernichtung mancher Schädlinge dienen soll.

Ob und wieweit freilich mit dem Umpflügen in jedem Fall wirklich ein sicherer Erfolg zu erzielen ist, muß noch dahingestellt bleiben, da exakte Untersuchungen zu dieser Frage bisher kaum vorliegen.

Baudys[4]) glaubt, daß der Luftzutritt zum Boden, wie er durch das Stoppelschälen erreicht wird, pathogene Mikroorganismen zum Absterben bringt, die sich bei Luftmangel

---

[1]) Rademacher, B., Die Flissigkeit (Weißährigkeit) des Hafers. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstw. Flugblatt 124, 1935. Die Heidemoorkrankheit (Urbarmachungskrankheit). Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstw. Flugblatt 137, 1935.

[2]) Savulescu, T., Die Beeinflussung der spezifischen Widerstandsfähigkeit und Empfindlichkeit des Weizens gegen Rost durch die Wirkung der äußeren Faktoren. Ztschr. f. Pflanzenkrankh. u. Pflanzenschutz. **44**, 1934, 307.

[3]) Hollrung, M., Die Mittel zur Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten. 3. Aufl. Berlin 1923, S. 49, 52, 57, 58.

[4]) Baudys, E., Die Bedeutung des Stoppelsturzes vom phytopathologischen Gesichtspunkt. Ceskoslowensky zemedelec **8**, 1927, 453 (Ref. Fortschr. d. Landw. **3**, 1928, 799).

[5]) Hiltner, L., Pflanzenschutz. 2. Aufl. Stuttgart 1926.

üppig entwickelten. Ein schlüssiger Beweis hierfür ist aber bisher in keiner Weise erbracht. Nach Untersuchungen von Lundegardh[1]) ist allerdings vielleicht damit zu rechnen, daß Kohlensäureanreicherung im Boden die Entwicklung von Fusarium begünstigt. Andererseits wird aber auch von anderer Seite vermutet, daß Sauerstoffzufuhr auf Parasiten wie *Rhizoctonia solani* entwicklungsfördernd wirkt.[2]) Diese Zusammenhänge bedürfen also zum mindesten vorerst noch weiterer Klärung.

Dazu kommt, daß bei tierischen Parasiten die Dinge wieder ganz anders liegen können. Hier hat Molz[3]) den Versuch gemacht, die in der Praxis schon lange bekannte Erfahrung, daß flaches Pflügen den Befall der Rüben durch *Heterodera Schachtii* mindert, auf experimenteller Grundlage zu erklären. Er konnte einwandfrei feststellen, daß Lagerung der Zysten in einem luftarmen Medium die Zahl der schlüpfenden Larven vermindert, während ein lufthaltiges Medium das Gegenteil bewirkt. Da nun tiefes Pflügen den Luftgehalt der tieferen Bodenschichten erhöht, ist es verständlich, daß die Zahl der aus den dort lagernden Zysten ausschlüpfenden Nematoden erhöht und somit der Befall der Rüben vermehrt wird.

Von diesem Sonderfall abgesehen, verdienen besondere Beachtung die Ausführungen Bremers[4]) auf Grund von Untersuchungen an der Rübenfliege.

Auch bei diesem Schädling wird tiefes Umpflügen der von ihm befallenen Schläge nach der Ernte empfohlen, um durch Vernichtung der im Erdboden befindlichen Puppen seinem Auftreten im nächsten Jahr vorzubeugen. Bremer hat nun je 100 Puppen von *Pegomya hyoscyami* etwa 2 cm, 31 cm und 42 cm tief in die Erde eingebracht. Die nachfolgende Untersuchung hatte folgendes Ergebnis:

	2 cm	31 cm	42 cm
	%	%	%
tot	44,9	45,6	48
geschlüpft	50,7	24,6	14
nicht weiterentwickelt	4,3	29,0	38

Daraus folgert Bremer, daß tiefe Unterbringung der Puppen den vorhandenen Fliegenbestand nicht vernichtet; im Gegenteil, unter Umständen könne erreicht werden, daß ein Winter, der für die in normaler Tiefe liegenden Puppen ungünstig ist, von den tiefer untergebrachten im Zustande der Entwicklungshemmung gut überstanden wird und der Schädlingsbestand so lange am Leben erhalten bleibt, bis die nächste Pflugfurche ihn wieder zur Tätigkeit erweckt. Bremer hält es aber auch für unwahrscheinlich, daß man durch Pflügen den größeren Teil der Schädlinge in eine gewünschte Tiefe verbringen kann, vielmehr glaubt er, daß eine ziemlich gleichmäßige Verteilung innerhalb der vom Pfluge bewegten Erdschicht eintritt. Er sieht es deshalb vom Standpunkt des Pflanzenschutzes als zwecklos an, von Rübenfliegen befallene Felder nach der Ernte tief umzupflügen, während vom ackerbautechnischen Standpunkt aus dieser Maßnahme erhebliche Bedenken entgegenständen.

Zu ähnlichen Schlußfolgerungen sind auch Crüger und Körting[5]) bei ihren Untersuchungen über *Hylemyia coarctata* gekommen. Sie haben Eier dieses Insekts in verschiedene Bodentiefen vergraben und festgestellt, daß anscheinend aus einer Tiefe von etwa 20 cm nur noch verhältnismäßig wenig Larven aufsteigen können. Tiefes Unterpflügen der Eier halten sie danach für vielleicht wirksam, geben aber zu bedenken, daß durch diese Maßnahme kurz vor der Saat die Gare und die für Roggen wichtige Dichtigkeit des Bodens geschädigt werden könnte, so daß sie nicht immer durchführbar sein würde.

---

[1]) Lundegardh, H., Die Bedeutung des Kohlensäuregehalts und der Wasserstoffionenkonzentration des Bodens für die Entstehung der Fusarien. Botanisker Notiser 1923, 25—52.

[2]) Braun, H., Der Wurzeltöter der Kartoffel. Berlin 1930, S. 111.

[3]) Molz, E., Reizphysiologische Versuche zur Bekämpfung des Rübennematoden *(Heterodera Schachtii)*. Fortschr. d. Landw. **3**, 1928, 346.

[4]) Bremer, H., Ist tiefes Umpflügen der Äcker zur Vernichtung von Feldschädlingen anzuraten? Nachrichtenblatt f. d. deutsch. Pflanzenschutzdienst **5**, 1925, 91—92.

[5]) Crüger, O. und Körting, A., Über die Eiablage der Getreideblumenfliege und die unmittelbare Voraussage ihres Schadauftretens. Ztschr. f. Pflanzenkrankh. u. Pflanzenschutz **41**, 1931, 49—61.

Bremer glaubt, daß man durch tiefes Umwenden des Bodens vielleicht tätige Insekten, kaum aber ihre Ruhezustände wird vernichten können. Deshalb fordert er, daß in jedem einzelnen Fall genau geprüft wird, ob wirklich mit der erhofften Wirkung des Tiefpflügens zu rechnen ist. Das gilt sinngemäß auch für die anderen mit dem Pflügen nach der Ernte verfolgten Zwecke.

Zu den Maßnahmen zur Vergällung der Eiablage ist auch das Vorgehen gegen *Hylemyia coarctata* zu rechnen. Die Fliegen suchen nach Rostrup-Thomsen[1]) zur Eiablage in erster Linie das nächstgelegene Brachfeld auf, besonders Stellen, wo der Boden locker und frisch bearbeitet ist. Deshalb birgt eine frühzeitige Bodenbearbeitung die eigentliche Gefahr. Sie kann nach Jegens'[2]) Ansicht bis zu einem gewissen Grade durch Walzen im Anschluß an das Pflügen behoben werden. Rostrup und Thomsen empfehlen als rationellste Maßnahme, den Boden auf den Feldern, welche zur Aussaat von Wintergetreide bestimmt sind, in der Zeit vom 20. Juli bis Ende August nicht offen liegen zu lassen. Dabei wird je nach der klimatischen Lage ein früherer oder späterer Termin anzunehmen sein. Sie geben auch eine ganze Reihe von Ratschlägen, wie dies zu erreichen ist. Auch die Behandlungsweise des Brachschlages gibt mancherlei Möglichkeiten. Man soll ihn während der Zeit, in welcher die Eiablage hauptsächlich stattfindet, unberührt liegen lassen.

Auch die Fritfliege wollen diese beiden Autoren durch schnelles Schälen nach der Ernte an der Eiablage an den aus Ausfallkörnern oder Seitensprossen hervorgegangenen Pflanzen hindern. Im Gegensatz zu ihnen treten freilich Blunck und Ludewig[3]) für möglichst frühzeitiges Schälen der Stoppel deshalb ein, damit die ausgefallenen Körner schnell auflaufen und der Fritfliege zur Eiablage dienen können, um spätestens 14 Tage nach dem Auflaufen als Fangpflanzen tief eingepflügt zu werden. Hier bedarf es also im einzelnen noch der Klarstellung mancher Zusammenhänge.

Unbeschadet dieser Einschränkung kann an dem Wert und der Notwendigkeit des Schälens kein Zweifel bestehen, da es schon vom ackerbautechnischen Standpunkt als eine der wichtigsten Maßnahmen anzusehen ist. Roemer[4]) bezeichnet ihre Anwendung geradezu als Gradmesser für den Stand der Ackerbearbeitung. Daß sie darüber hinaus auch für die Vernichtung manches Schädlings gute Dienste leistet, muß nach den zahlreichen günstigen Erfahrungen als gesichert angenommen werden. Anders liegen die Dinge hinsichtlich des Tiefpflügens, dessen schädlingsvernichtende Wirkung keineswegs einwandfrei erwiesen ist und das ackerbautechnisch gefahrvoll werden kann.

Daß es in besonderen Fällen eine außerordentlich wertvolle Maßnahme zur Verhütung des Auftretens von Schädigungen sein kann, beweisen die Versuche von Schmidt und Feistritzer[5]) über die Fußkrankheit des Getreides, die durch sofortiges Unterpflügen der Stoppel auf 34 cm der Nachfrucht nachhaltigen Schutz gewähren konnten. Mit Recht weist aber Blunck[6]) darauf hin, daß man sich ein solches Vorgehen wohl auf unsern tiefgründigen Lößböden und auch sonst in besten Lagen leisten könne, daß es aber viel häufiger selbst auf weizenfähigem Land infolge Hochbringens von rohem Boden zu katastrophalen Folgen führen würde.

---

[1]) Rostrup, S. und Thomsen, M., Die tierischen Schädlinge des Ackerbaus. Berlin 1931, S. 310, 313; 285.

[2]) Jegens, G., Dieses Handbuch Bd. 5. 4. Aufl. Berlin 1932, S. 43.

[3]) Blunck, H. und Ludewig, K., Die Fritfliege. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstw. Flugblatt 9, 1930.

[4]) Roemer, Th., Bodenbearbeitung. Handb. d. Landw. Bd. 2. Berlin 1929, S. 229.

[5]) Schmidt, E. W. und Feistritzer, W., Beiträge zur Fußkrankheit des Getreides und ihrer Bekämpfung. Wiss. Arch. f. Pflanzenbau **8**, 1932, 425—426.

[6]) Blunck, H., Die Umstellung im Getreidebau und die Pflanzenkrankheiten. 2. Die Fußkrankheiten des Getreides. Mitt. Deutsche Landw. Ges. **48**, 1933, 288.

In normaler Tiefe dagegen sieht Hiltner[1]) in dem Pflügen der Felder vor Winter und nicht erst im Frühjahr eine der wichtigsten pflanzenschutzlichen Maßnahmen, weil die Pflanzen auf Äckern, die in dieser Weise behandelt sind, im nachfolgenden Jahr besser gedeihen und dadurch widerstandsfähiger gegen Befall werden. Hier decken sich also Ackerbautechnik und Pflanzenhygiene in ihren Forderungen vollkommen. Denn auch vom Standpunkt der ersteren gilt als oberstes Gesetz: Das Pflügen des Landes muß vor Eintreten des dauernden Frostes beendet sein.[2])

Im Frühjahr darf also normalerweise die Pflugarbeit keine Rolle mehr spielen, es sei denn, daß Umpflügen von ausgewinterten und durch Schädlinge stark befallenen Wintersaaten erforderlich wird, wie es z. B. bei Befall durch *Oscinis frit* und *Hylemyia coarctata* der Fall ist. Gaßner[3]) führt diese beiden Schädlinge als Beleg dafür an, in wie hohem Maße die Art der Bodenbearbeitung durch die Anforderung des Pflanzenschutzes bestimmt werden könne.

Er meint, Wintersaaten, die wegen Befalls durch die Fritfliege im Frühjahr neu bestellt werden müßten, seien möglichst tief umzupflügen, da bei oberflächlichem Schälen die an den Pflanzenresten vorhandenen Puppen am Leben blieben, so daß sich die daraus hervorgehenden Fliegen durch den Erdboden hindurch arbeiten und die mit Sommerung bestellten Felder wieder befallen könnten. Umgekehrt genüge es, von der Getreideblumenfliege befallene Schläge nur flach zu schälen, da sich die jugendlichen Larven nach der Vernichtung der Nährpflanze nicht weiter entwickeln könnten und ohne weiteres zugrunde gingen. Im Gegensatz dazu berichten Rostrup und Thomsen[4]), daß nur die älteren, fast verpuppungsreifen Larven Nahrungsentzug nicht lange vertragen, junge dagegen, von Anfang März bis zum Aufgang der Saat im Boden umherkriechen können. Sie berichten weiter, man könne die Larvenentwicklung dadurch verzögern, daß man die Eier mit dem Pfluge tiefer in die Erde hineinbringe. In Übereinstimmung damit befürwortet Jegens[5]) auch bei Befall durch die Getreideblumenfliege tiefes Unterpflügen.

Die von Bremer[6]) geäußerten Bedenken hinsichtlich der Wirkung des tiefen Unterpflügens dürften deshalb grundsätzlich zunächst auch im Frühjahr ihre Berechtigung haben, wenn auch insofern ein Unterschied besteht, als im Frühjahr schon viel gewonnen sein kann, wenn durch das Unterpflügen nur eine Verzögerung im Entwicklungskreislauf des Parasiten erreicht wird.

Die pflanzenhygienische Aufgabe der übrigen vor der Bestellung noch durchzuführenden Arbeiten wie Schleppen, Walzen, Eggen, Grubbern beruht in erster Linie darauf, einmal für die Pflanzen ein möglichst vollkommenes Saatbett herzustellen und dadurch ihre gesunde Entwicklung zu gewährleisten und zum andern die Fertigstellung dieses Saatbettes möglichst zu beschleunigen, da frühzeitige Aussaat, wie später zu zeigen sein wird, von großer Bedeutung sein kann, um die Pflanze vor Erkrankung zu schützen.

---

[1]) Hiltner, L., Pflanzenschutz. 2. Aufl. Stuttgart 1926, S. 276.

[2]) Roemer, Th., Bodenbearbeitung. Handb. d. Landw. Bd. 2. Berlin 1929, S. 229.

[3]) Gassner, G., Pflanzenkrankheiten. Handb. d. Landw. Bd. 2. Berlin 1929, S. 461.

[4]) Rostrup, S. und Thomsen, M., Die tierischen Schädlinge des Ackerbaus. Berlin 1931, S. 311.

[5]) Jegens, G., Dieses Handbuch Bd. 5. 4. Aufl. Berlin 1932, S. 43.

[6]) Bremer, H., Ist tiefes Umpflügen der Äcker zur Vernichtung von Feldschädlingen anzuraten? Nachrichtenbl. f. d. deutschen Pflanzenschutzdienst 5, 1925, 91—92.

Als Hauptaufgaben der Bodenbearbeitung nach der Saat bezeichnet Roemer[1]) Brechung der sich immer wieder bildenden Kruste, Verminderung der unproduktiven Wasserverdunstung, Förderung der Bodenatmung und Vernichtung des Unkrauts. Wie das im einzelnen zu geschehen hat, ist hier nicht zu erörtern. Wichtig aber ist, daß die Erfüllung dieser Aufgaben gleichzeitig auch pflanzenhygienisch von großem Wert ist, da sie in jeder Weise geeignet ist, die Entwicklung der Pflanzen zu begünstigen und so dem Zustand der anormalen Prädisposition vorzubeugen. Für die Verminderung der unproduktiven Wasserverdunstung ist das besonders einleuchtend.

Es braucht nur an die ökologisch bedingte Weißährigkeit der Gräser erinnert zu werden, zu deren Verhütung Schwarz und Tomaszewski[2]) Hackkultur empfehlen. Auch gegen die Herz- und Trockenfäule der Rüben bezeichnet Roemer[3]) als zweckmäßigste Vorbeugungsmaßnahme die Besserung des Wasserhaushalts.

Aber auch für die anderen Aufgaben trifft es zu. Es wurde früher bei Besprechung der Bodenverbesserung auf die hygienische Bedeutung der Bodendurchlüftung hingewiesen. Der Luftaustausch zwischen Boden und Atmosphäre wird aber gerade durch Verkrustung des ersteren stark beeinträchtigt. Krustenbildung ist, wie v. Rümker[4]) meint, für den normalen Aufgang der Saat unter Umständen ein unüberwindliches Hindernis, aber auch für die Weiterentwicklung ein sehr bedenkliches Hemmnis, weil sie den Eintritt der Luft in den Boden hindert und dadurch die Wurzelatmung beeinträchtigt. Allerdings dürfte es an exakten Unterlagen für diese Wirkung der Bodenverkrustung noch fehlen.

Besonders gefährlich aber wird die Bodenverkrustung dann, wenn die Pflanze im Jugendstadium durch den Angriff von Parasiten bedroht ist. Dann kommt alles darauf an, den Auflauf auf jede Weise zu beschleunigen.

Deshalb tritt Appel[5]) für Bodenlockerung ein, um dem Befall des Getreides durch Fusarium zu begegnen. Schädigungen der Kartoffel durch *Rhizoctonia solani* und *Bacillus phytophthorus* kann am wirksamsten, wenn überhaupt auf anderem Wege, durch ständige Lockerung von zur Verkrustung neigenden Böden vorgebeugt werden.[6]) Gegen den Wurzelbrand der Rüben empfiehlt Peters[7]) möglichste Abkürzung des allein gegen die Ansteckung empfindlichen jüngsten Entwicklungszustandes durch sofortiges Brechen der Kruste mit Hacke oder Walze.

In ähnlicher Weise kann Förderung der Entwicklung auch in vorgerückterem Stadium von Bedeutung sein, wobei dann auch noch andere mehr oder weniger zur Therapie zu rechnende und dort behandelte Gesichtspunkte maßgebend werden, vor allem das Bestreben, befallenen Pflanzen die Überwindung der

---

[1]) Roemer, Th., Bodenbearbeitung. Handb. d. Landw. Bd. 2. Berlin 1929, S. 260.

[2]) Schwarz, O. und Tomaszewski, W., Zur Ökologie und Phytopathologie des Grassaatbaus. Angew. Botanik **12**, 1930, 433.

[3]) Roemer, Th., Handbuch des Zuckerrübenbaus. Berlin 1927, S. 297.

[4]) Rümker, K. v., Saat und Pflege. 5. Aufl. Berlin 1921, S. 59.

[5]) Appel, O., Fusarium als Erreger von Keimlingskrankheiten. Arb. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstw. **13**, 1925, 297.

[6]) Braun, H., Der Wurzeltöter der Kartoffel. *Rhizoctonia solani*. Berlin 1930, S. 111. — Stapp, C., Die Schwarzbeinigkeit der Kartoffel. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstw. Flugblatt 28, 1932.

[7]) Peters, L., Der Wurzelbrand der Rüben. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstw. Flugblatt 44, 1926.

Krankheit zu erleichtern und Schädlinge zu vernichten, wie es z. B. mechanisch durch das Walzen geschieht.

Hier sei besonders auf die Hackarbeit in den Rübenschlägen hingewiesen. Blunck und Janisch[1]) meinen, durch Intensivierung der Hacktätigkeit und durch rechtzeitiges Walzen der Rübenschläge sowie verstärkte Kopfdüngergaben, durch Aufschieben des Verziehens der Rüben in ausgesprochenen Fraßherden und durch Niederhalten der Gänsefußunkräuter lasse sich der durch die Rübenaaskäfer verursachte Schaden eindämmen, wenn auch nicht bis zur wirtschaftlichen Bedeutungslosigkeit herabmindern. In der gleichen Richtung äußern sich Bremer und Kaufmann[2]) sowie Wille[3]) hinsichtlich der Rübenfliege bzw. der Rübenblattwanze. Sie betonen, daß der Niederhaltung des Rübenfliegenschadens grundsätzlich alle Maßnahmen dienen, die geeignet sind, die Rübe selbst in ihrem Wuchs zu fördern und zu kräftigen.

Andererseits können Kulturmaßnahmen auch nachteilige Folgen haben.

So machen Blunck und Ludewig[4]) darauf aufmerksam, daß Walzen des Hafers nach dem Auflaufen den Befall durch die Fritfliege begünstigt. Das gleiche scheine für Eggen und Hacken zu gelten, wenn dieses mit dem fritanfälligen Stadium zusammenfalle. Durch die Bearbeitung des Bodens werde die Pflanze zu kräftigerer Bestockung angeregt, aber anscheinend gleichzeitig im Wuchs vorübergehend gestört, die Dauer der Anfälligkeit also verlängert. Es empfehle sich daher, den Boden bei Fritgefahr während der Bestockungszeit der Pflanze nicht oder nur vorsichtig zu rühren.

Interessant ist in diesem Zusammenhang auch die Warnung Mitscherlichs[5]) vor der Anwendung der Behäufelungsmethode im Getreidebau bei Fritfliegengefahr, da dann die Bestockung erst später eintrete als gewöhnlich und zwar während der ersten Flugzeit.

In Obstplantagen darf nach Ansicht von Schramm[6]) der Boden in nassen Spätsommern nicht mehr gelockert werden, damit er weniger Wasser festhält und die Bäume infolgedessen eine bessere Holzreife gewinnen und gegen Frostschäden besser geschützt sind.

Daß schließlich auch die Unkrautvernichtung, vom hygienischen Standpunkt betrachtet, von Wichtigkeit ist, leuchtet ein, wenn man bedenkt, in wie hohem Maße das Unkraut eine normale Entwicklung der Kulturpflanzen zu beeinträchtigen[7]) und dadurch naturgemäß vermutlich auch zur Herabsetzung ihrer Widerstandsfähigkeit beizutragen vermag. Auf Einzelheiten einzugehen, würde in dem hier gezogenen Rahmen zu weit führen, um so mehr als die Frage der Unkrautbekämpfung noch an anderer Stelle bei den biologischen Bekämpfungsverfahren erörtert werden wird.

4. Düngung

Morstatt[8]) glaubt, daß die umfangreichste Betätigung der Pflanzenhygiene, soweit sie den Boden betrifft, auf dem Gebiet der Düngung liegt. Das mag

[1]) Blunck, H. und Janisch, R., Bericht über Versuche zur Bekämpfung der Rübenaaskäfer im Jahre 1923. Arb. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstw. **13**, 1925, 491.

[2]) Bremer, H. und Kaufmann, O., Die Rübenfliege. *Pegomyia hyoscyami*. Berlin 1931, S. 88.

[3]) Wille, J., Die Rübenblattwanze. *Piesma quadrata Fieb.* Berlin 1929, S. 103.

[4]) Blunck, H. und Ludewig, K., Die Fritfliege. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstw. Flugblatt 9, 1930.

[5]) Mitscherlich, E. A., Steigerung der Pflanzenerträge unter dem Einfluß der Vegetationsfaktoren und der Bodenbearbeitung. Landw. Hefte Nr. 24. Berlin 1913, S. 30.

[6]) Schramm, E., Die Düngung als Mittel zur Gesunderhaltung erkrankter Kulturpflanzen. Deutsch. Erwerbsgartenbau **44**, 1924, 194—195.

[7]) Braun, H., Warum Unkrautbekämpfung? Mitt. f. d. Landwirtsch. **49**, 1934, 401—403.

[8]) Morstatt, H., Einführung in die Pflanzenpathologie. Berlin 1923, S. 145.

insofern zutreffen, als in der Tat wohl über keine Frage, die irgendwie Berührungspunkte mit der Pflanzenhygiene aufweist, so viel geschrieben worden ist wie über die Möglichkeit, durch Düngung dem Auftreten von Pflanzenkrankheiten vorzubeugen. Daß diese in weitgehendem Maße gegeben ist, kann heute keinem Zweifel mehr unterliegen. Das ist ohne weiteres verständlich in denjenigen Fällen, in denen Krankheitserscheinungen auf den Mangel oder das Fehlen bestimmter Nährstoffe oder auf ungeeignete Bodenreaktion zurückgeführt werden können. Durch rechtzeitige Ergänzung der Nährstoffe und zweckentsprechende Verschiebung der Reaktion muß es gelingen, das Auftreten derartiger Erkrankungen zu verhindern. Wesentlich schwieriger aber liegen die Dinge, wenn es sich um den Einfluß der Ernährung auf die Anfälligkeit bzw. Widerstandsfähigkeit der Kulturpflanzen namentlich gegenüber Parasiten handelt. Klebahn[1]) warnt 1912 davor, aus gelegentlichen Beobachtungen über scheinbare Beziehungen zwischen parasitären Krankheiten und der Düngung sowohl im ganzen wie der Wirkung der Bestandteile des Düngers im einzelnen Schlüsse zu ziehen, da man nicht übersähe, welche mannigfaltigen Verhältnisse auf das Resultat eingewirkt haben könnten.

Wenn z. B. mitgeteilt werde, daß reichlich mit Stickstoff gedüngte Ericapflanzen im Winter stark an Botrytis litten, während nichtgedüngte gesund blieben, so sei das zwar eine interessante Einzelbeobachtung, die geeignet wäre, zu genaueren Untersuchungen anzuregen, nicht aber eine solche, aus der man bereits folgern dürfe, daß reichliche Stickstoffdüngung den Pilzbefall fördere.

Noch 1927 kommen Rippel und Ludwig[2]) zu dem Ergebnis, eine Durchsicht der Literatur über den Einfluß der Ernährung auf das Auftreten von parasitären Pflanzenkrankheiten biete ein sehr unerfreuliches Bild, weil diese Frage noch niemals exakt experimentell in Angriff genommen sei; man finde deshalb auch die widersprechendsten Angaben. Mit Recht betont darum auch Molz[3]), man dürfe sich nicht verhehlen, daß sehr viele der Angaben über den Einfluß der Düngung auf den Schädlingsbefall der Pflanzen der Beweiskraft entbehrten und deshalb nur mit Vorbehalt aufzunehmen seien. Merkenschlager[4]) meint geradezu, die Aufzeigung der Irrwege und Fehlmethoden einer vergangenen wissenschaftlichen Periode sei auf dem Gebiet der Pflanzenernährung besonders wichtig und nützlich. Dadurch, daß seit vielen Jahrzehnten Irrtümer durch die landwirtschaftliche Literatur geschleppt würden, sei die pflanzliche Diagnostik in hohem Grade unsicher geworden. Die früher zitierte Klage von Frank[5]) hat sicherlich gerade für die hier zu erörternden Fragen ihre besondere Berechtigung.

---

[1]) Klebahn, H., Grundzüge der allgemeinen Phytopathologie. Berlin 1912, S. 96.

[2]) Rippel, A. und Ludwig, O., Über den Einfluß des Ernährungszustandes der Gerste auf den Befall durch *Pleospora trichostoma Wint.* (Streifenkrankheit). Angew. Botanik **9**, 1927, 555.

[3]) Molz, E., Über die Züchtung widerstandsfähiger Sorten unserer Kulturpflanzen. Ztschr. f. Pflanzenzücht. **5**, 1917, 175.

[4]) Merkenschlager, F., Phosphorsäurefragen in der Pflanzenpathologie. Phosphorsäure **2**, 1932, 1.

[5]) Frank, A. B., vgl. S. 31.

Der Einfluß der Düngung auf den Schädlingsbefall kann sich in sehr verschiedener Weise auswirken. Gaßner[1]) unterscheidet zunächst einmal zwischen direkter und indirekter Einwirkung äußerer Faktoren auf das Auftreten von parasitären Krankheiten, je nachdem ob es sich um eine Beeinflussung der Entwicklung des Parasiten oder um eine solche der Pflanze handelt. Weiterhin nimmt Gaßner eine Trennung zwischen „wirklicher" und „scheinbarer" Änderung der Anfälligkeit vor. Wenn eine Pflanze in verschiedenen Entwicklungsstadien unterschiedliche Anfälligkeit zeigt, so kann auf eine durch die Düngung verursachte wirkliche Änderung der Anfälligkeit nur geschlossen werden, wenn gleiche Entwicklungsstadien miteinander verglichen werden. Hat die Düngung dagegen lediglich eine Verschiebung im Entwicklungsablauf der Wirtspflanze und dadurch bedingten stärkeren Befall zur Folge, so handelt es sich nur um scheinbare Anfälligkeitsänderung. Die Verhältnisse können weiter durch biologische Rassenbildung des Parasiten kompliziert werden.

Die Frage, ob eine wirkliche Änderung der Anfälligkeit durch die Düngung bewirkt wird, ist lange Zeit umstritten gewesen.

Gassner und Hassebrauk[2]) haben darauf hingewiesen, daß Feldversuche für ihre Klärung wenig geeignet sind. Sie äußern dies Bedenken zwar nur für die von ihnen näher untersuchte Änderung der Rostanfälligkeit durch die Düngung und begründen es mit den niemals ganz gleichmäßig zu gestaltenden Infektionsverhältnissen, mit der Möglichkeit des Auftretens verschiedener Biotypen und mit wahrscheinlichen Unterschieden in der Entwicklung der Getreidepflanzen. Diese Einwände dürften aber mehr oder minder für alle Versuche über den Einfluß der Düngung auf die Anfälligkeit der Pflanze zutreffen, so daß die von Gassner und Hassebrauk ausgesprochenen Zweifel an der Brauchbarkeit von Feldversuchen für diese Fragestellung allgemeine Gültigkeit haben dürften. Um solche hat es sich aber bisher fast ausschließlich gehandelt. Erst Schaffnit und Volk[3]), Rippel und Ludwig[4]) und vor allem Gassner und Hassebrauk[2]) haben mit exakten Laboratoriumsversuchen begonnen. Der wesentliche Fortschritt der beiden letzteren Autoren besteht darin, daß sie durch Verwendung junger Pflanzen auch für Gleichheit der Entwicklungsstadien Sorge getragen haben. Für den Ausfall der Versuche ist weiter die Auswahl der richtigen Versuchspflanzen von entscheidender Bedeutung. Am geeignetsten sind Sorten mittlerer Anfälligkeit.

Bei solchen läßt sich, wie jetzt einwandfrei erwiesen ist, der Befall durch Düngegaben verhältnismäßig leicht und in beträchtlichem Ausmaß verschieben; „ihr Resistenzgrad ist offensichtlich von einer gewissen Labilität".[2])

Wodurch diese Änderung der Anfälligkeit verursacht wird, ist noch nicht endgültig klargestellt.

---

[1]) Gassner, G., Untersuchungen über die Abhängigkeit des Auftretens der Getreideroste vom Entwicklungszustand der Nährpflanzen und von äußeren Faktoren. Zentralbl. f. Bakteriol. II, **44**, 1916, 513, 589.

[2]) Gassner, G. und Hassebrauk, K., Untersuchungen über Beziehungen zwischen Mineralsalzernährung und Verhalten der Getreidepflanzen gegen Rost. Phytopath. Ztschr. **3**, 1931, 536, 542.

[3]) Schaffnit, E. und Volk, A., Über den Einfluß der Ernährung auf die Empfänglichkeit der Pflanzen für Parasiten. 1. Teil. Forsch. a. d. Gebiet d. Pflanzenkrankh. u. d. Immunität im Pflanzenreich Heft 3, 1928, 2. Teil, Phytopath. Ztschr. **1**, 1930, 535—574.

[4]) Rippel, A. und Ludwig, O., Über den Einfluß des Ernährungszustandes der Gerste auf den Befall durch *Pleospora trichostoma Wint.* (Streifenkrankheit). Angew. Botanik **9**, 1927, 541—560.

Petri[1]) spricht ganz allgemein von einer Wirkung der Mineralsalze auf die histologischen, chemischen und funktionellen Eigenschaften des pflanzlichen Organismus. Im einzelnen können wir auf die verschiedenen zur Erklärung aufgestellten Theorien hier nicht eingehen. Wichtig ist aber der Hinweis von Schaffnit und Volk[2]), es könne sich bei den mannigfaltigen Veränderungen, denen die Pflanze in morphologischer und physiologischer Hinsicht durch die Ernährung unterliege, immer nur um Teilerklärungen handeln; eine einheitliche Ursache für die Befallsunterschiede werde auch deshalb nicht vorliegen, weil die Anforderungen der verschiedenen Parasiten an den Wirt ganz verschiedene sind. Das zeigt, wie außerordentlich verwickelt die Beziehungen zwischen Anfälligkeit der Pflanzen und Düngung sind. Die Verhältnisse werden weiter dadurch kompliziert, daß wir es häufig nicht nur mit wirklichen Änderungen der Anfälligkeit zu tun haben, sondern daß in vielen Fällen lediglich die erwähnte scheinbare Änderung vorliegt.

Bei dieser Sachlage erscheint eine zum mindesten vorsichtige Bewertung der Ergebnisse von Feldversuchen nur zu gerechtfertigt. Auf der anderen Seite verdient die Warnung von Gaßner und Hassebrauk[3]) vor unberechtigten Schlußfolgerungen aus Laboratoriumsversuchen weitgehende Beachtung.

„Bei der Beurteilung von Untersuchungsergebnissen über die Beziehungen zwischen Düngung und Auftreten von Parasiten wird leicht übersehen, daß die Mineralsalzernährung nicht nur die Befallsstärke, sondern in erster Linie auch die Ertragshöhe der verschieden gedüngten Pflanzen beeinflußt. Wenn bei bestimmter Düngung das Rostauftreten gesteigert wird, so ist diese Erhöhung des Rostbefalls naturgemäß nur dann bedenklich, wenn sie nicht durch eine gleichzeitige Wachstumssteigerung ausgeglichen wird. Wir haben im obigen u. a. festgestellt, daß Stickstoffgaben das Rostauftreten steigern. Andererseits wird durch eine Stickstoffdüngung die Entwicklung der Pflanzen an sich verbessert. Bei der praktischen Beurteilung des Rostbefalles muß also nicht nur dieser, sondern vor allem auch die Ertragssteigerung als Folge der Stickstoffdüngung berücksichtigt werden. Wenn wir von extremen Fällen absehen, erscheint daher eine gewisse Erhöhung des Rostbefalles infolge der Stickstoffdüngung unbedenklich, weil sie durch das bessere Wachstum der stärker gedüngten Pflanzen zumindest ausgeglichen wird."

Gaßner und Hassebrauk betonen deshalb, daß für die praktische Beurteilung der Düngungsfrage ausschließlich Ertragsversuche zugrunde gelegt werden müssen und daß es nicht statthaft ist, aus einer Beeinflussung des Rostbildes durch die Düngung ohne weiteres Rückschlüsse auf die Art der anzuwendenden Düngung zu ziehen. Auch dieser Warnung darf allgemeine Gültigkeit zugebilligt werden.

Wenn hier somit kritische Prüfung der zahllosen Ratschläge für hygienische Düngung unserer Kulturpflanzen nachhaltig gefordert wird, so soll damit doch der Wert dieser Maßnahme in keiner Weise herabgesetzt werden. Er wird gekennzeichnet durch die Auffassung von Ludwigs[4]), welcher meint, es würde vermessen sein, wollte man behaupten, daß wir durch Anwendung von Mineraldünger sämtliche Krankheiten und Schädlinge mit einem Schlage beseitigen

---

[1]) Petri, L., La nutrizione della piante in rapporto alla predisposizione o alla resistenza di questa a cause patogene. Boll. R. Stas. Patol. Veget. **10**, 1930, 150.

[2]) Schaffnit, E. und Volk, A., Über den Einfluß der Ernährung auf die Empfänglichkeit der Pflanzen für Parasiten. 2. Teil. Phytopath. Ztschr. **1**, 1930, 570.

[3]) Gassner, G. und Hassebrauk, K., Untersuchungen über Beziehungen zwischen Mineralsalzernährung und Verhalten der Getreidepflanzen gegen Rost. Phytopath. Ztschr. **3**, 1931, 611.

[4]) Ludwigs, K., Der Einfluß des Düngers bei der Schädlingsbekämpfung. Prakt. Ratg. im Obst- u. Gartenbau **44**, 1929, 79.

würden. Das eine aber stehe fest, daß wir durch sachgemäße Düngung unter Berücksichtigung der Bedürfnisse der einzelnen Pflanzenarten und -sorten an Kali, Kalk, Phosphorsäure und auch an Stickstoff die Pflanzen widerstandsfähig gegen Krankheiten und Schädlinge erhalten könnten. Darüber hinaus sieht Merkenschlager[1]) es als eine überall geltende Regel an, daß eine harmonisch ernährte Pflanze erlittene Schäden leichter wieder wettmachen kann. Wie das im einzelnen zu geschehen hat, dafür lassen sich keine allgemein gültigen Angaben machen. Hiltner[2]) meint, es gehöre manchmal mehr gefühlsmäßiges Verständnis dazu, die richtigen Lebensbedingungen zu schaffen, als unsere auf oft recht mangelhaften Erkenntnissen fußende Erfahrung.

Daß für die Gewinnung gesunder Pflanzenbestände eine ihren Bedürfnissen entsprechende Ernährung eine selbstverständliche Voraussetzung bildet, bedarf kaum der Erwähnung. Es leuchtet ohne weiteres ein, daß es zu mehr oder weniger schweren Entwicklungsstörungen kommen muß, wenn es an einem der entsprechenden Elemente fehlt oder ermangelt. Daß der Kreis der letzteren viel weiter zu ziehen ist, als nach der alten Auffassung von den zehn notwendigen Elementen angenommen wurde, hat neuerdings Bortels[3]) betont.

Er spricht die Vermutung aus, daß vielleicht sämtliche Elemente für irgendeinen biologischen Prozeß notwendig sind, und trennt dabei die Biokatalysatoren, d. h. die für die lebende Zelle unentbehrlichen Elemente mit enorm großem Wirkungsfaktor von den übrigen notwendigen Elementen. Bei diesen letzteren ist bekanntlich weniger ein absolutes Fehlen zu befürchten als ein relatives, ein nicht harmonisch abgestimmtes Nährstoffverhältnis. Besonders hingewiesen sei hier auch auf das von Hiltner[4]) aufgestellte „Kohlensäure-Mineralstoffgesetz", nach welchem zu große Mengen oder physiologisch nicht ausgeglichene Bodennährstoffe der Pflanze dann schädlich werden können, wenn diese nicht in der Lage ist, den aufgenommenen Mineralstoffen die nötigen Kohlenhydrate entgegenzustellen und sie damit aufzufangen.

Die für die verschiedenen Störungen charakteristischen Krankheitssymptome sind an anderer Stelle ausführlich beschrieben. Treten sie auf, dann ist es für hygienische Maßnahmen zu spät; es kann nur noch eine Heilung der erkrankten Pflanzen angestrebt werden. Andererseits werden aber die Krankheitssymptome auch Anlaß sein, der Erkrankung späterer Ernten von vornherein durch rechtzeitige Ergänzung der fehlenden oder unzureichend vorhandenen Elemente vorzubeugen. An die Stelle der Therapie tritt dann die Hygiene. Es ist aber wenig befriedigend, wenn wir zunächst das Auftreten krankhafter Störungen mit seinen nachteiligen Folgen abwarten müssen, um aus ihm die Erkenntnis von der Notwendigkeit hygienischer Maßnahmen abzuleiten. Deshalb bemüht man sich seit langem um Untersuchungsmethoden, die über das Fehlen oder den Mangel an not-

---

[1]) Merkenschlager, F., Phosphorsäurefragen in der Pflanzenpathologie. Phosphorsäure **2**, 1932, 18.

[2]) Hiltner, L., Pflanzenschutz. 2. Aufl. Stuttgart 1926, S. 355.

[3]) Bortels, H., Biokatalyse und Reaktionsempfindlichkeit bei niederen und höheren Pflanzen. Angew. Botanik **11**, 1929, 285—332.

[4]) Hiltner, E., Die Dörrfleckenkrankheit des Hafers und ihre Heilung durch Mangan. Landw. Jahrb. **60**, 1924, 689—770.

wendigen Elementen oder über ungeeignete Reaktion im Boden schon vor dem Anbau der Pflanze Aufschluß geben. Letzten Endes dienen also alle Bodenuntersuchungsverfahren zu nichts anderem als zur Schaffung der erforderlichen Unterlagen für pflanzenhygienische Maßnahmen.

Anweisungen, wie im einzelnen die Ernährung der verschiedenen Kulturpflanzenarten zu gestalten ist, um ihre gesunde Entwicklung zu gewährleisten, hat die Lehre von der Pflanzenernährung zu geben. Hier ist nur in die Besprechung solcher pathologischen Erscheinungen einzutreten, deren Verhütung im Rahmen der allgemeinen hygienischen Ernährung besondere Vorkehrungen erfordert.

Bei Erwähnung der sogenannten drei Bodenkrankheiten im engeren Sinne wurde bereits angedeutet, daß man ihrem Auftreten durch Bodenverbesserungsmaßnahmen vorbeugen könne.

Gegen die Urbarmachungskrankheit haben Hudig und Meyer[1]) ein sicher wirkendes Mittel im Kupfersulfat gefunden. Rademacher[2]) konnte allerdings mit diesem Mittel keine befriedigenden Ergebnisse erzielen, wenigstens bei Anwendung vor und sofort nach der Frühjahrssaat, was er aber auf unzureichende Niederschläge zurückführt. Neuerdings[3]) empfiehlt auch er Gaben von 50—150 kg/ha, die auf Ackerland im Herbst vor der gefährdeten Frucht, spätestens aber vor der Saat, auf Grünland zeitig im Frühjahr in feinkörniger Form gestreut und leicht eingearbeitet werden. Gute Erfolge hat er auch mit Kupfernitrat gehabt, wie es im Raphanit und anderen kupferhaltigen Hederichbekämpfungsmitteln enthalten ist. Die beiden anderen Bodenkrankheiten, die moorkoloniale oder Dörrfleckenkrankheit und die Hooghalensche oder Versauerungskrankheit stehen insofern in Beziehung zueinander, als sie unter entgegengesetzten Verhältnissen der Bodenreaktion auftreten. Erstere zeigt sich bei ihrer Verschiebung nach der alkalischen, letztere bei einer solchen nach der sauren Seite, ohne daß freilich eine bestimmte Reaktion angegeben werden kann, bei welcher die eine oder die andere Krankheitsform aufzutreten beginnt, da hierfür die Art des Bodens und die auf ihn einwirkenden Faktoren maßgebend sind. Es steht heute auch fest, daß nicht die Reaktion als solche die eigentliche Ursache der Krankheitserscheinungen ist, worauf Hudig[4]) bereits 1924 hingewiesen hat. Vielmehr handelt es sich in beiden Fällen um einen sehr verwickelten Faktorenkomplex, über dessen Zusammenwirken im einzelnen noch keine völlige Klarheit gewonnen worden ist. Für die Dörrfleckenkrankheit steht weiter fest, daß das Vorhandensein einer ausreichenden Menge aufnehmbaren Mangans die Voraussetzung für ihre Verhinderung bildet. Auf diese Fragen ist an anderer Stelle dieses Handbuchs[5]) ausführlich eingegangen. Als hygienische Maßnahme ergibt sich hieraus Anwendung von physiologisch sauren bzw. physiologisch alkalischen Düngemitteln. Durch Verabreichung ersterer bzw. Nichtverwendung letzterer soll ein Freimachen des bodeneigenen Manganvorrats angestrebt und auf diese Weise dem Auftreten der Dörrfleckenkrankheit vorgebeugt werden. Ihre gänzliche Unterdrückung läßt sich fast immer auch durch Gaben von 50—150 kg/ha Mangansulfat erreichen, die nicht zu früh, am besten kurz vor oder nach der Saat ausgestreut

---

[1]) Hudig, J. und Meyer, C., Über die sog. „Urbarmachungskrankheit" als dritte Bodenkrankheit. Ztschr. Pflanzenernähr. u. Düng. A **8**, 1926, 15—52.

[2]) Rademacher, B., Erfahrungen über Auftreten und Verhütung der Urbarmachungskrankheit (Weißseuche) in Schleswig-Holstein. Nachrichtenbl. f. d. deutschen Pflanzenschutzdienst **11**, 1931, 10—13.

[3]) Rademacher, B., Die Heidemoorkrankheit. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstwirtsch. Flugblatt 137, 1935.

[4]) Hudig, J., Über die Kalkbedürftigkeit unserer Sandböden. Deutsche Landw. Presse **51**, 1924, 218—219. Neue Möglichkeiten der Ertragssteigerung auf Sandböden. Mitt. Deutsche Landw. Ges. **40**, 1925, 392—398.

[5]) Dieses Handbuch Bd. I, 6. Aufl. Berlin 1932, 1. Teil S. 296; 2. Teil S. 134.

werden.[1]) Versagen soll dieses Mittel nach Hudig und Meyer[2]) z. B. auf solchen Böden, auf denen vorher das Auftreten der Urbarmachungskrankheit durch Behandlung mit Kupfersulfat verhindert worden ist.

Von allgemeiner Bedeutung für den Pflanzenbau ist die Frage nach der Beeinflussung der Frostresistenz durch die Düngung.

Sie ist von Wartenberg[3]) sehr eingehend behandelt worden und braucht deshalb hier nur kurz gestreift zu werden. Zunächst ist in diesem Zusammenhang der Einfluß der Ernährung auf den Entwicklungsrhythmus von Bedeutung. Schaffnit und Volk[4]) fassen ihre Beobachtungen dahingehend zusammen, daß „Stickstoffmangel einen früheren Abschluß der Pflanzenentwicklung bedingt, die Vegetationsruhe aber verlängert, während Phosphorsäuremangel die Vegetation im Herbst ganz bedeutend hinauszögert, aber die Vegetationsruhe sehr verkürzt. Die Wirkung hoher Kaligaben macht sich bei normaler Stickstoffgabe ebenfalls in einer Beschleunigung, Fehlen von Kali in einer Verzögerung des Vegetationsablaufs bemerkbar." Wenn wir nun weiter wissen, daß mangelnde Reife des Holzes die Frostempfindlichkeit erhöht, so leuchtet ohne weiteres ein, daß die richtige Durchführung der Düngung für die Verhütung von Frostschäden von Bedeutung ist. Mit Recht wird deshalb im Obstbau vor Düngung mit Stickstoff im Herbst gewarnt.[5])

Eine andere Frage ist, ob die Düngung außer dieser indirekten Wirkung auf die Frostresistenz auch direkt diese zu beeinflussen vermag. Von vielen Seiten wird namentlich dem Kali eine die Frostresistenz steigernde Wirkung nachgesagt. So hat Faesler[6]) eine ganze Anzahl von Fällen zusammengestellt, in denen durch Gaben von Kali die Frostresistenz erhöht sein soll. Er erwähnt aber nicht die Untersuchungen von Wartenberg[7]), der die von Bolhuis behauptete Kälteresistenz steigernde Wirkung des Kalis auf Kartoffelpflanzen nachgeprüft hat und, gleichzeitig gestützt auf umfangreiche Untersuchungen über primäre und sekundäre Kälteresistenz bei Bohnensippen, zu dem Ergebnis kommt, daß die primäre Kälteresistenz, die gegenüber einer ersten Kälteeinwirkung zutage tritt, durch eine Gabe von 40%igem Kalisalz nicht nur nicht gesteigert, sondern im Gegenteil verringert wird. Für den praktischen Kartoffelbau hat seiner Überzeugung nach eine solche Düngung als Schutz gegen Frostschäden keine Bedeutung. Dhein[8]), der merkwürdigerweise ebenfalls Wartenberg nicht zitiert, glaubt, daß Kali in jeder Form die Kälteresistenz der Kartoffel erhöht, falls starker Kalimangel vorgelegen hat; steht Kali in mäßiger Menge zur Verfügung, so soll nur Kainit eine solche günstige Wirkung haben.

Demnach kann keineswegs generell mit einer Kälteresistenz steigernden Wirkung des Kalis gerechnet werden. Vielmehr sind die jeweiligen Bedingungen dabei von entscheidender Bedeutung. Die Kalidüngung kann nicht nur ohne Einfluß auf die Frostempfindlichkeit bleiben, sondern scheint diese unter Umständen sogar steigern zu können.

Weiter seien noch einige nichtparasitäre Erkrankungen einzelner Kultur-

---

[1]) Rademacher, B., Die Dörrfleckenkrankheit. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstw. Flugblatt 136, 1935.

[2]) Hudig, J. und Meyer, C., Über die sog. „Urbarmachungskrankheit" als dritte Bodenkrankheit. Ztschr. f. Pflanzenernähr. u. Düng. A **8**, 1926, 51.

[3]) Dieses Handbuch Bd. I, 6. Aufl. Berlin 1932. 1. Teil S. 475—592.

[4]) Schaffnit, E. und Volk, A., Beiträge zur Kenntnis der Morphologie und Physiologie verschieden ernährter Pflanzen. Landw. Jahrb. **67**, 1928, 327.

[5]) Hiltner, L., Pflanzenschutz. 2. Aufl. Stuttgart 1916, S. 244.

[6]) Faesler, Die Kalisalze als Pflanzenschutzmittel. Berlin 1930.

[7]) Wartenberg, H., Über die Wirkung der Kalidüngung auf die Frostempfindlichkeit der Kartoffelpflanze. Arb. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstw. **17**, 1930, 377—384. Über primäre und sekundäre Kälteresistenz bei Bohnensippen. Planta **7**, 1929, 347ff.

[8]) Dhein, A., Zur Frage der Frostschutzwirkung der Kalisalzdüngung. Landw. Jahrb. **78**, 1933, 789.

pflanzenarten herausgegriffen, deren Auftreten durch zweckentsprechende Düngung vorgebeugt werden kann. Für das Getreide bildet die mangelnde Standfestigkeit, die vom Standpunkte des Pflanzenbauers zweifellos als pathologische Erscheinung zu werten ist, ein gutes Beispiel.

Schaffnit und Volk[1]) stellen als allgemeine Richtlinie auf, daß für die Ausbildung mechanisch wirksamer Elemente in oberirdischen Organen eine reichliche Versorgung mit Kali und Phosphorsäure erforderlich ist, während der Stickstoff als Nährstoff hier zurücktreten muß.

Über die Einwirkung der Düngemittel auf das Auftreten von Kartoffelkrankheiten meint Schlumberger[2]) zusammenfassend, daß wir über eine solche noch recht wenig Positives wüßten und daß besondere Hilfsmittel noch nicht empfohlen werden könnten. Vor allem sind es die Graufleckigkeit und der Abbau, für deren Verhütung der Düngung eine mehr oder minder wichtige Rolle beigemessen wird.

Die Graufleckigkeit oder das Blauwerden, das den Speisewert der Kartoffel stark beeinträchtigt, gehört zu den an anderer Stelle dieses Handbuchs ausführlich besprochenen Melanosen.[3]) Nach den Untersuchungen von Ortwin-Botjes und Verhoeven[4]) kann man der Erscheinung durch starke Kaligaben wirksam vorbeugen. Merkenschlager[3]) meint allerdings, daß die auf diese Weise erzielten Erfolge sich nicht verallgemeinern ließen.

Hinsichtlich des viel erörterten Zusammenhangs zwischen Düngung und Abbau vertritt Opitz[5]) den Standpunkt, daß dem Bedürfnis des Bodens und der Pflanze angepaßte Stickstoffgaben den Pflanzgutwert der Kartoffel zum mindesten nicht herabsetzen, daß dagegen Extreme nach oben und unten schädlich wirkten. Bis auf weiteres erscheine es angezeigt, sich an die allgemeinen Gesetze der Pflanzenernährung zu halten, d. h. für einen hinreichenden Vorrat an leicht löslicher Pflanzennahrung zu sorgen. In die gleiche Richtung weist es, wenn Remy[6]) seine Ansicht über die Beeinflussung des Pflanzgutwertes durch Düngung dahingehend zusammenfaßt, daß an wenig abbauenden Standorten der Pflanzwert durch reichliche Düngung kaum beeinträchtigt werde, in stärker abbauenden Lagen mäßige Düngung den Pflanzwert fördere und schwache Düngung nur in extremen Fällen die Gewinnung einwandfreier Kartoffeln ausschließe. Dem entspricht schließlich etwa auch, wenn Klapp[7]) meint, gesundheitsschädliche Wirkungen seien sowohl von zu geringer, wie von übermäßiger Düngung bekannt, aber die optimale Grenze schwanke von Fall zu Fall. Entsprechend seiner Auffassung vom Abbau als Folge von Leistungsüberspannungen ist die Düngung deshalb so zu wählen, daß Leistungsüberspannungen vermieden werden; für die Gewinnung von Pflanzkartoffeln wird Begrenzung der Düngung, Vermeidung unzeitiger Düngung und vor allem bestimmter Düngerformen, stärkere Betonung der Phosphatdüngung gefordert.

Bei den Zucker- und Futterrüben ist die Düngung von Ausschlag gebendem Einfluß auf das Auftreten der Herz- und Trockenfäule.

Die Frage nach ihrer Ursache ist von Merkenschlager[8]) eingehend erörtert worden. Man neigt heute überwiegend zu der Ansicht, daß es sich um eine physiologische Erkrankung handelt. Soweit an einem Errger *(Phoma betae)* als Ursache festgehalten wird, räumt Gäu-

[1]) Schaffnit, E. und Volk, A., Beiträge zur Kenntnis der Morphologie und Physiologie verschieden ernährter Pflanzen. Landw. Jahrb. **67**, 1928, 325.

[2]) Schlumberger, O., Kartoffelkrankheiten und Düngung. Superphosphat **6**, 1930, 51—52.

[3]) Dieses Handbuch Bd. I, 6. Aufl. Berlin 1932, 1. Teil. S. 204—207.

[4]) Ortwin-Botjes, I. und Verhoeven, W. B. L., Het blauworden von aardappeln. Tijdschr. over Plantenziekt. **33**, 1927, 57—96.

[5]) Opitz, K., Der Kartoffelbau. Handb. d. Landw. Bd. 3. Berlin 1930, S. 159.

[6]) Remy, Th., Handbuch des Kartoffelbaues. Berlin 1928, S. 87.

[7]) Klapp, E., Der Abbau der Kartoffel als Folge von Leistungsüberspannungen. Pflanzenbau **10**, 1933, 177, 195.

[8]) Dieses Handbuch Bd. I, 6. Aufl. Berlin 1932, 1. Teil S. 291—296.

mann[1]) diesem eine sekundäre Rolle ein, indem erst die physiologische Störung dem Pilz die Möglichkeit zum Befall der Pflanze gibt. Einig sind sich alle Autoren darin, daß man durch zweckentsprechende Düngung dem Auftreten der Krankheit wirksam vorbeugen kann. Roemer[2]) empfiehlt Gaben von 30—50 kg/ha Magnesiumchlorid, Mangansulfat oder Kalziumchlorid oder 100—200 kg/ha Gips, welche die schädliche Wirkung zu hoher Alkalität rasch und sicher mindern. Brandenburg[3]) hält für entscheidend, daß für ausreichende Mengen aufnehmbaren Bors durch Zufuhr von leicht löslichen borsauren Salzen gesorgt wird. Wimmer und Lüdecke[4]) sind allerdings in neuester Zeit seiner Auffassung entgegengetreten, daß Bormangel die Ursache der Herz- und Trockenfäule sei. Kaufmann[5]) gibt zu, daß wir noch nicht so weit sind, eindeutig alle Zusammenhänge zwischen dem Mangel an aufnehmbarem Bor einerseits, der Reaktion des Bodens und der Witterung andererseits erklären zu können; auf Grund umfangreicher Feldversuche sieht er es aber als feststehend an, daß wir auf den zur Herz- und Trockenfäule neigenden Böden die Krankheit durch Bor mit Sicherheit stark mindern, ja praktisch fast ganz unterdrücken können. Die optimale Wirkung ist bei gleichzeitiger Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit nach seinen Versuchen bei etwa 10 bis 15 kg/ha Borax zu erwarten. Im Einklang damit steht die Angabe von Meyer-Hermann[6]), daß durch Verabreichung von 10 bis 20 kg/ha technischem Boraxgries, der im Gemisch mit 1 dz/ha hochprozentigem Kali unmittelbar vor oder nach der Saat ausgestreut wird, das Auftreten der Herz- und Trockenfäule völlig verhütet werden konnte. Krüger, Wimmer und Lüdecke[7]) empfehlen außerdem die Verwendung eines industriellen Abfallproduktes, das im wesentlichen durch seine Fähigkeit, den Boden zu neutralisieren, vorbeugend wirken soll.

Von nicht parasitären Erkrankungen anderer Pflanzenarten seien hier noch die Gelte des Hopfens erwähnt, der man durch Vermeidung einseitiger Überdüngung mit Stickstoff vorbeugen kann[8]), das Aufspringen der Tomatenfrüchte, das Krauß[9]) durch reichliche Zufuhr von Phosphorsäure verhindern konnte, und die Chlorose des Weins, gegen deren Auftreten, falls es durch zu hohen Kalkgehalt des Bodens bedingt ist, physiologisch saure Düngemittel und außerdem ausreichende Mengen von Kali empfohlen werden.[10]) Schließlich kennen wir auch im Obstbau krankhafte Erscheinungen, die zum mindesten zum Teil auf Ernährungsstörungen zurückgehen und dementsprechend durch zweckmäßige Düngung verhütet werden können. Es sei nur an den Gummifluß, an die Spitzendürre und an die Blattrandkrankheit[11]) erinnert.

---

[1]) Gäumann, E., Untersuchungen über die Herzkrankheit (Phyllonekrose) der Runkel- und Zuckerrüben. I. Vierteljahrsschr. naturforsch. Ges. Zürich **70**, 1925. Beiblatt 7.

[2]) Roemer, Th., Handbuch des Zuckerrübenbaues. Berlin 1927, S. 296.

[3]) Brandenburg, E., Die Herz- und Trockenfäule der Rüben als Bormangelerscheinung. Phytopath. Ztschr. **3**, 1931, 499—517. Die Herz- und Trockenfäule der Rüben — Ursache und Bekämpfung. Angew. Botanik **14**, 1932, 194—228.

[4]) Wimmer, G. und Lüdecke, H., Ist Bormangel die Ursache der Herz- und Trockenfäule der Zuckerrüben? Mitt. d. Anhalt. Versuchsst. Bernburg Nr. 76, 1934.

[5]) Kaufmann, O., Die Verwendung von Bor zur Bekämpfung von Herz- und Trockenfäule der Rüben. Deutsche Zuckerindustrie **59**, 1934, 305—306.

[6]) Meyer-Hermann, K., Erfolgreiche Bekämpfung der Herz- und Trockenfäule der Rübe durch Borax. Pflanzenbau **11**, 1934, 24—28.

[7]) Krüger, W., Wimmer, G. und Lüdecke, H., Beitrag zur Frage der Bekämpfung der Herz- und Trockenfäule der Zuckerrüben. Mitt. d. Anhalt. Versuchsst. Bernburg Nr. 75, 1934.

[8]) Hiltner, L., Pflanzenschutz. 2. Aufl. Stuttgart 1926, S. 225.

[9]) Krauß, I., Ein Phosphorsäuredüngungsversuch zu Tomaten. Pflanzenbau **6**, 1929, 187—188.

[10]) Müller, K., Weinbau-Lexikon. Berlin 1930, S. 135.

[11]) Schowers, T. A. C., Die sog. „Blattrandkrankheit" bei Johannisbeeren und ihre Bekämpfung. Ernähr. d. Pflanze **25**, 1929, 297—300.

Wesentlich undurchsichtiger noch als bei den nichtparasitären Krankheiten ist der Einfluß der Düngung auf das Auftreten der parasitären. Oben wurde schon auf die Schwierigkeiten einer richtigen Deutung der Zusammenhänge hingewiesen. Bei der großen Fülle von Einzelangaben kann es sich hier nicht darum handeln, diese möglichst vollständig aufzuführen, um so weniger als sie einer kritischen Prüfung häufig nicht standhalten. Vielmehr muß es genügen, an Hand einer Reihe von besonders charakteristischen und hinreichend gesicherten Beispielen zu grundsätzlichen Richtlinien zu gelangen.

Einigermaßen eindeutig liegen die Dinge, wenn wir beabsichtigen, der Erkrankung der Pflanze durch Beeinflussung ihres Entwicklungsrhythmus vorzubeugen. Dieser kann, wie schon erwähnt, außer durch andere Maßnahmen auch durch die Düngung nicht unerheblich verändert werden. Wir werden also einer Pflanze, die nur in bestimmten Entwicklungsstadien anfällig gegenüber einem Parasiten ist, durch zweckentsprechende Düngung schneller über dieses Stadium hinweghelfen können und dadurch die Infektionsgefahr verringern.

So empfiehlt Krampe[1]) leichtlösliche Stickstoffgaben, um der Fusariumfußkrankheit des Getreides vorzubeugen. Gäumann[2]) vermutet, daß die von ihm erzielte starke Zurückdrängung des Wurzelbrandes der Zuckerrüben durch sehr kräftige Volldüngungen weniger im kräftigeren Wuchs und einer größeren Widerstandsfähigkeit der jungen Pflanzen als vielmehr darin seine Ursache hat, daß diese infolge ihres rascheren Wuchses in den kritischen Juniwochen das empfängliche Entwicklungsstadium schon hinter sich hatten. Böning[3]) warnt vor einer übermäßigen Düngung des Tabaks mit Stickstoff, da eine solche leicht reifeverzögernd wirkt und dadurch den Befall durch *Sclerotinia sclerotiorum* erhöht. Ein solcher Erfolg kann unter Umständen auch dadurch zustande kommen, daß das Wachstum der Pflanze so beschleunigt wird, daß der Pilz mit ihr nicht Schritt zu halten vermag, wie das Tischler[4]) für *Uromyces pisi* auf *Euphorbia cyparissias* und Rippel und Ludwig[5]) für *Helminthosporium gramineum* auf Gerste nachgewiesen haben und wie es auch für *Ustilago avenae* von Brefeld[6]) angegeben worden ist.

Von großer Bedeutung kann auch die Verschiebung des Entwicklungsrhythmus zur Verhütung des Befalls durch tierische Schädlinge sein. Zum Schutz gegen die Schäden der Getreidefliegen empfiehlt Keese[7]) Kopfdüngung mit rasch wirkenden Stickstoffdüngern wie Kalksalpeter. Allerdings ist man sich über die beabsichtigte und erzielte Wirkung einer solchen Düngung nicht immer ganz einig. Häufig wird es sich auch um eine kombinierte Wirkung handeln. Rostrup und Thomsen[8]) wollen dadurch erreichen, daß das Sommergetreide vor der Eiablagezeit von *Oscinis frit* über das kritische 2—4-Blattstadium hinweg ist. Blunck

[1]) Krampe, O., Fusarium als Erreger von Fußkrankheiten am Getreide. Angew. Botanik **8**, 1926, 255.

[2]) Gäumann, E., Über die Bekämpfung des Wurzelbrandes der Zuckerrüben. Landw. Jahrb. d. Schweiz **42**, 1928, 580.

[3]) Böning, K., Zur Biologie und Bekämpfung der Sclerotienkrankheit des Tabaks *(Sclerotinia sclerotiorum [Lib.] Massee)*. Phytopath. Ztschr. **6**, 1933, 173.

[4]) Tischler, G., Untersuchungen über die Beeinflussung von *Euphorbia cyparissias* durch *Uromyces pisi*. Flora **104**, 1912, 1—64.

[5]) Rippel, A. und Ludwig, O., Über den Einfluß des Ernährungszustandes der Gerste auf den Befall durch *Pleospora trichostoma Wint.* (Streifenkrankheit). Angew. Botanik **9**, 1927, 541—560.

[6]) Brefeld, O., Untersuchungen auf dem Gesamtgebiet der Mykologie. Heft 11, 1895, 23—43.

[7]) Keese, K., Wie können wir Winter- und Sommersaaten gegen die Schäden der Getreidefliegen schützen? Landbau und Technik **7**, 1931, Nr. 3.

[8]) Rostrup, S. und Thomsen, M., Die tierischen Schädlinge des Ackerbaues. Berlin 1931, S. 284.

und Ludewig[1]) dagegen meinen, daß zwar durch den Stickstoff der Wuchs gekräftigt und die Ausbildung von Seitentrieben angeregt, gleichzeitig aber auch die Dauer des anfälligen Stadiums verlängert werde. Der Befall des Weizens durch *Chlorops taeniopus* ist nach Watzls[2]) Beobachtungen vom Beginn des Schossens abhängig; frühes Schossen hat geringen, spätes starken Befall zur Folge. Mit Stickstoff reichlich versorgte Weizen und Gerste werden deshalb in einem vorgerückteren Entwicklungsstadium von der Halmfliege heimgesucht werden. Zu dem gleichen Zweck warnt man allerseits in England vor einer vegetationsverlängernden Stickstoffüberschußdüngung, namentlich bei später Darreichung und empfiehlt Superphosphat zur Beschleunigung der Ährenausbildung. Appel[3]) glaubt allerdings ebenso wie Acker[4]), daß der Hauptvorteil einer Düngung mit Kali und Phosphorsäure auf einer beschleunigten Ausbildung des Festigungsgewebes beruht, auf die Blunck und Ludewig[5]) auch gegenüber der Fritfliege Wert legen. Entwicklungsbeschleunigung des Winterweizens durch Stickstoffgaben im Herbst und Frühjahr soll schließlich die Schäden durch *Hylemyia coarctata* mildern.[6]).

Wachstumsförderung durch Stickstoffdüngung wird auch empfohlen, damit die Gräser auf dem Grünland möglichst schnell der Gefährdung durch die Wiesenschnake[7]) entwachsen, während kali- und phosphorsäurehaltige Mineraldünger von Erdflöhen bedrohte Pflanzen rascher über das gefährliche Stadium des Befalls hinwegbringen sollen.[8]) Gut bewährt hat sich aus dem gleichen Grunde eine Kopfdüngung mit Kali mit nachfolgender Gabe eines rasch löslichen stickstoffhaltigen Düngemittels in Fällen, in denen die Pflanzen durch Drahtwurmfraß gefährdet sind.[9]) Allerdings handelt es sich dabei nicht nur um eine Wachstumsbeschleunigung, sondern auch um eine chemische Wirkung auf die Drahtwürmer, die vorübergehend vertrieben werden. Um eine Beeinflussung des Entwicklungsrhythmus zur Verhütung der Erkrankung handelt es sich auch, wenn Kopfdüngung mit Stickstoff während der Vegetation von Werneck[10]) zu Zuckerrüben und von Boshart[11]) zu Sellerie empfohlen wird. Hier spielt freilich schon die Frage der Resistenzänderung durch die Düngung hinein. Werneck läßt sich nämlich von dem Gesichtspunkt leiten, daß, wenn die für die *Cercospora*-Ausbreitung entscheidende Witterung im Juni kühl und feucht sei und dann gleichzeitig Stickstoffmangel herrsche, starker Befall folge, da die Pflanzen eine Periode geschwächten Widerstandes durchliefen und der Pilz optimale Entwicklungsbedingungen finde. Ähnlich will Boshart erreichen, daß die Selleriepflanzen durch die schnelle Aufnahme des Stickstoffs so kräftig neue Blätter hervortreiben, daß sie in ihrem gesunden Wachstum dem Erreger der Blattfleckenkrankheit *Septoria apii* lange Widerstand leisten. Wie weit mit derartigen Einflüssen der Düngung zu rechnen ist, wird gleich offenbar werden.

Beachtenswert ist in diesem Zusammenhang der Hinweis von Schaffnit und Meyer-Hermann[12]) auf den Einfluß, den die Düngung auf die Regenerations-

[1]) Blunck, H. und Ludewig, K., Die Fritfliege. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstw. Flugblatt 9, 1930.

[2]) Watzl, O., Über die Anfälligkeit verschiedener Weizensorten für die Halmfliege *(Chlorops taeniopus Meig.)*. Ztschr. f. angew. Entomol. **18**, 1931, 133—153.

[3]) Appel, O., Getreidekrankheiten. Berlin 1931, Tafel 17.

[4]) Acker, W., Verhütung von Halmfliegenbefall. Ernährung d. Pflanze **27**, 1931, 452—454.

[5]) Blunck, H. und Ludewig, K., Die Fritfliege. Biol. Reichsanst. f. Land- und Forstw. Flugblatt 9, 1930.

[6]) Rostrup, S. u. Thomsen, M., Die tierischen Schädlinge des Ackerbaues. Berlin 1931, S. 314.

[7]) Gasow, H., Die Bekämpfung der Wiesenschnake auf dem Grünland. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstw. Flugblatt 75, 1932.

[8]) Hiltner, L., Pflanzenschutz. 2. Aufl. Stuttgart 1926, S. 52, 45.

[9]) Blunck, H., Lebensweise und Bekämpfung der Drahtwürmer. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstw. Flugblatt 76, 1930.

[10]) Werneck, H. L., Neue Wege zur Bekämpfung der Blattfleckenkrankheit der Zuckerrübe. Fortschr. d. Landw. **6**, 1931, 454—456.

[11]) Boshart, K., Richtige Ernährung und Düngung als Grundlage gesunden Pflanzenwachstums im Gemüsebau. Prakt. Blätt. f. Pflanzenbau u. Pflanzenschutz **7**, 1930, 264.

[12]) Schaffnit, E. und Meyer-Hermann, K., Einfluß der Bodenreaktion auf die Lebensweise von Pilzparasiten und das Verhalten ihrer Wirtspflanzen. Phytopath. Ztschr. **2**, 1930, 163.

fähigkeit der Pflanzen ausübt. Es wurde schon die Ansicht Merkenschlagers angeführt, daß eine harmonisch ernährte Pflanze erlittene Schäden leichter wieder wettmachen könne. Schaffnit und Meyer-Hermann haben festgestellt, daß Phosphorsäure und Stickstoff die Bewurzelung in außerordentlich hohem Maße beeinflussen; namentlich letzterer ist dazu berufen, die Pflanze zur Bildung von Adventivwurzeln und neuen Bestockungstrieben anzuregen. Diese gesteigerte Rgenerationsfähigkeit ist möglicherweise in manchen Fällen die Ursache der scheinbaren Resistenzänderung durch die Düngung.

Eine solche kann aber noch durch ganz andere Umstände bedingt sein. Um den Befall der Kartoffeln durch *Phytophthora infestans* zu verhüten, warnt Prjanischnikow[1]) vor einseitiger Stickstoff- und übermäßiger Stallmistdüngung. Eine nähere Begründung für diese Warnung ist nicht gegeben, so daß die verschiedensten Deutungen möglich sind. Einmal kann es sich auch hier lediglich um eine Änderung des Entwicklungsrhythmus handeln, die sich nach zwei verschiedenen Richtungen auswirken kann. Die Verlängerung der Vegetationsperiode durch die Stickstoffdüngung hat nach den Beobachtungen von Schaffnit und Volk[2]) zur Folge, daß die Pflanze das für den Befall günstigste Entwicklungsstadium später erreicht. Dadurch können unter Umständen die Entwicklungskurven von Wirtspflanze und Parasit besser zur Deckung gelangen. Eine andere Erklärung für die das Auftreten der Phytophthora begünstigende Wirkung des Stickstoffs nimmt Köhler[3]) an. Er vermutet eine ungünstige Konstitutionsänderung der Pflanze durch Stickstoff, die sie zur Ansteckung und Erkrankung geneigter mache. Vielleicht findet aber eine das Auftreten der Phytophthora begünstigende Wirkung des Stickstoffs auch lediglich durch die üppige Entwicklung der Stauden und die dadurch bedingten mikroklimatischen Veränderungen innerhalb des Bestandes ihre Erklärung. Daß wir auch auf solche Folgen der Düngung zu achten haben, zeigen Schaffnit und Böning.[4]) Sie weisen darauf hin, daß sich ohne genügende Versorgung mit Kali schirmartig geschlossene Pflanzen von *Phaseolus vulgaris* mit gestauchten Achsen entwickeln, die der Gefahr der Infektion durch den Erreger der Brennfleckenkrankheit besonders ausgesetzt sind und dessen Entwicklung begünstigen. Phosphorsäure dagegen habe sich insofern als richtig erwiesen, als sie bei reichlicher Gabe besonders lockere, offene, dem Luftzug und der Sonne zugängliche Pflanzen erzeuge. Auch Gaßner[5]) macht darauf aufmerksam, daß eine üppigere Entwicklung der Getreidepflanzen infolge Stickstoffdüngung dichteren Bestand bedinge, damit aber höhere Luftfeuchtigkeit und bessere Keimungsbedingungen für die Rostsporen zur Folge haben

[1]) Prjanischnikow, D. N., Spezieller Pflanzenbau. Berlin 1930, S. 90.

[2]) Schaffnit, E. und Volk, A., Über den Einfluß der Ernährung auf die Empfänglichkeit der Pflanzen für Parasiten (1. Teil). Forsch. a. d. Gebiet d. Pflanzenkrankh. u. d. Immunität im Pflanzenreich Heft 3, 1927, 10.

[3]) Köhler, E., Anmerkungen eines Pflanzenpathologen zum Thema: Stickstoffdüngung und Pflanzwert der Kartoffel. Kartoffel **5**, 1925, 152—154.

[4]) Schaffnit, E. und Böning, K. Die Brennfleckenkrankheit der Bohnen. Forsch. a. d. Gebiet d. Pflanzenkrankh. u. d. Immunität im Pflanzenreich. I. Mitt. 1925, 180.

[5]) Gassner, G., Untersuchungen über die Abhängigkeit des Auftretens der Getreideroste vom Entwicklungszustand der Nährpflanze und von äußeren Faktoren. Zentralbl. f. Bakt. II. **44**, 1916, 617.

könne. Volk[1]) freilich glaubt, derartige Erscheinungen anders erklären zu müssen. Die hohen Schädigungen, die in der Praxis meist in diffusem Licht und feuchter Luft, also in geschlossenem Bestand, auftreten, sind seiner Ansicht nach weniger darauf zurückzuführen, daß diese Umweltbedingungen dem Wachstum und der Verbreitung der Parasiten besonders günstig sind, als darauf, daß die durch diese Umweltfaktoren beeinflußte Pflanze dem Angriff der Pilze gegenüber besonders empfindlich ist. Die gleiche Vorstellung schwebt Pichler[2]) vor, der eine Stickstoffdüngung des Getreides im Herbst für sehr gefährlich hält, weil sie leicht schwammiges Gewebe erzeuge und dadurch den Fusarium-Befall begünstige, während Neuhaus[3]) für Knapphaltung der Stickstoffzufuhr eintritt, um einen zu dichten Pflanzenbestand zu vermeiden, demnach also wohl auch eine ungünstige Beeinflussung des Mikroklimas befürchtet. Schließlich kann die durch die Düngung veränderte Entwicklung des Wirtspflanzenbestandes diejenige des Parasiten auch noch in einer Richtung beeinträchtigen, auf die Hiltner[4]) aufmerksam gemacht hat. Dieser Autor vermutet nämlich, daß die günstige Wirkung einer Düngung mit Kali und Phosphorsäure gegen das Auftreten von *Orobanche minor* vielleicht auf die starke Förderung des Wachstums des Klees und die dadurch bedingte Unterdrückung des Kleeteufels in dem rasch geschlossenen und dichten Bestand zurückzuführen ist.

Es steht außer Frage, daß die bisher erwähnten Folgen der Düngung, die im wesentlichen die scheinbare Änderung der Anfälligkeit im Sinne Gaßners ausmachen, vielfach nicht hinreichend gewürdigt und gegenüber der wirklichen Änderung der Anfälligkeit durch die Düngung vernachlässigt worden sind. Meint doch Vavilov[5]) geradezu, daß die widersprechenden Anschauungen über den Einfluß der Düngung auf die Anfälligkeit der Pflanzen gegenüber parasitären Angriffen durch die Verwechslung scheinbar geminderter oder erhöhter mit wirklich veränderter Anfälligkeit ihre Erklärung fänden, indem durch Salpeterdüngung gewöhnlich die Vegetationsperiode und damit auch die Möglichkeit zur Infektion verlängert werde, während eine Phosphatdüngung die umgekehrte Wirkung hervorrufen könne. Nur die Berücksichtigung der vielartigen Nebenwirkungen der Düngung kann Widersprüche verständlich machen wie beispielsweise solche in der Abhängigkeit des Auftretens der Rostpilze von der Düngung.

Während Hiltner[4]) angibt, daß das Auftreten des Gelbrostes im Gegensatz zu demjenigen des Schwarzrostes durch Stickstoffdüngung nicht begünstigt werde, im Gegenteil ersterer sich in manchen Jahren eher dort in stärkerem Maße zeige, wo ein gewisser Mangel an Stickstoff vorhanden sei, haben Gassner und Hassebrauk[6]) beobachtet, daß sämtliche

[1]) Volk, A., Einflüsse des Bodens, der Luft und des Lichtes auf die Empfänglichkeit der Pflanzen für Krankheiten. Phytopath. Ztschr. **3**, 1931, 83.

[2]) Pichler, F., Der Schneeschimmel. Fortschr. d. Landw. **8**, 1933, 152.

[3]) Nach Hoffmann, Weizenanbau und Fußkrankheit. Landw. Wochenbl. f. Schleswig-Holstein **82**, 1932, 556.

[4]) Hiltner, L., Pflanzenschutz. 2. Aufl. Stuttgart 1926, S. 152, 75.

[5]) Vavilov, N., Immunity of plants to infections diseases. Moskau 1918, S. 228.

[6]) Gassner, G. und Hassebrauk, K., Untersuchungen über Beziehungen zwischen Mineralsalzernährung und Verhalten der Getreidepflanzen gegen Rost. Phytopath. Ztschr. **3**, 1931, 609.

von ihnen untersuchte Rostarten, darunter auch *Puccinia glumarum*, grundsätzlich die gleiche Beeinflussung durch die Mineralsalzernährung zeigen.

Andererseits kann es aber, wie schon betont wurde, heute keinem Zweifel mehr unterliegen, daß unbeschadet der Nebenwirkungen der Düngung diese auch eine wirkliche Änderung in der Resistenz der Pflanzen hervorzurufen vermag.

Schon Laurent[1]) glaubte, den Nachweis hierfür erbracht zu haben, nachdem vor ihm bereits Liebig und andere diesen Gedanken ausgesprochen hatten, und zog daraus die Schlußfolgerung: „Pour préserver les champs cultivés des épidémies meurtrières ainsi occasionnées par des organismes ubiquistes, dont la destruction est impossible, il faudra recourir à des procédés fondés sur l'influence de l'alimentation minérale dans la résistance des plantes à leur parasite." Daß diese Forderung späterhin häufig falsch verstanden worden ist, zeigt der Hinweis von Molz[2]), die allgemeine Ansicht, daß ein sehr gut ernährtes Individuum weniger anfällig sei als ein schlecht ernährtes, bedürfe sehr der Einschränkung. Ist doch Hoffmann[3]) sogar zu dem Ergebnis gekommen, daß je vollkommener die Düngung der von ihm beobachteten Obstbäume war, um so stärker der Raupenbefall war. Daß auch diese Beobachtung nicht verallgemeinert werden darf, ist späterhin von Reh[4]) betont worden: „Wir wissen aus zu vielen Erfahrungen, daß gut gepflegte und gedüngte Pflanzen nicht nur vom Insektenbefall weniger leiden als schwächliche, sondern ihm auch im allgemeinen weniger ausgesetzt sind. Wir müssen daher bestrebt sein festzustellen, welche Schädlinge und durch welche Düngung sie begünstigt werden. — Kräftige, richtige, den Verhältnissen entsprechende Pflege und Düngung bekommt den Bäumen und den anderen Kulturpflanzen am besten. Jede Unterlassung rächt sich ebenso wie jede Übertreibung. Es gilt auch hier, für jede Pflanze, für jedes Alter, jeden Standort usw. das Optimum zu suchen."

Um die exakte Klärung der Frage nach dem Einfluß der Düngung auf die Anfälligkeit der Pflanzen haben sich in neuester Zeit Schaffnit und Volk[5]) und namentlich Gaßner und Hassebrauk[6]) bemüht. Schaffnit und Volk fassen die Ergebnisse ihrer Untersuchungen an den verschiedensten Pflanzenarten und mit den verschiedensten Parasiten dahingehend zusammen, daß jede Nährstoffkombination, bei der Stickstoff oder Phosphorsäure deutlich ins Minimum gerät, das Pilzwachstum hemmt, während auf Pflanzen, die in keiner

---

[1]) Laurent, E., Recherches experimentales sur les maladies des plantes. Rech. de Biol. Exper. **1**, 1901, 159.

[2]) Molz, E., Über die Züchtung widerstandsfähiger Sorten unserer Kulturpflanzen. Ztschr. f. Pflanzenzüchtg. **5**, 1917, 175.

[3]) Hoffmann, Beobachtungen gelegentlich des Raupenbefalls der Obstbäume im Frühjahr 1915. Prakt. Blätter f. Pflanzenbau und Pflanzenschutz **13**, 1915, 94.

[4]) Reh, L., Düngung und Insektenbefall. Ztschr. f. angew. Entom. **3**, 1916, 133.

[5]) Schaffnit, E. und Volk, A., Über den Einfluß der Ernährung auf die Empfänglichkeit der Pflanzen. 1. Teil. Forsch. a. d. Gebiet d. Pflanzenkrankh. u. d. Immunität im Pflanzenreich Heft 3, 1928; 2. Teil. Phytopath. Ztschr. **1**, 1930, 535—574.

[6]) Gassner, G. und Hassebrauk, K., Untersuchungen über Beziehungen zwischen Mineralsalzernährung und Verhalten der Getreidepflanzen gegen Rost. Phytopath. Ztschr. **3**, 1931, 535—617.

Weise an diesen beiden Nährstoffen Mangel leiden, die untersuchten Parasiten die günstigsten Lebensbedingungen finden. Auf Grund dieser Ergebnisse geben sie für die Düngung zum Zweck der Verhütung von parasitären Erkrankungen, soweit sie von ihnen untersucht sind, folgende Richtlinien[1]):

„. . . Man wird von dem Gesichtspunkt des Parasitenschutzes allein aus betrachtet Überschußdüngungen von Stickstoff + Phosphorsäure vermeiden müssen, da reichliche Mengen dieser Nährstoffe zusammen immer für die Parasiten die günstigsten Lebensbedingungen zur Folge haben. Ebenso wird die alleinige Zufuhr hoher N-Mengen für die untersuchten Parasiten (ausgenommen Phytophthora) günstigere Entwicklungsmöglichkeiten bedingen, da wohl in den meisten Kulturböden hinlängliche Mengen an Phosphorsäure vorhanden sind, um den Ablauf aller Lebensprozesse der Pflanzen sicher zu stellen, also keinen sichtbaren Mangel an Phosphorsäure in die Erscheinung treten zu lassen. Eine ungünstige Beeinflussung der Disposition der Pflanze für den Befall durch Parasiten ist dagegen nicht zu befürchten nach Kalidüngung. Die Begründung dafür, daß Kali an sich sogar scheinbar eine leichte Resistenzerhöhung verursacht, ist darin zu suchen, daß der Stickstoff im Wechselspiel der Nährstoffe am ersten Minimumfaktor wird, und daß hohe Gaben von Kali + Phosphorsäure einen zunächst schnelleren Verbrauch von N und danach eintretenden N-Mangel verursachen. Diese Regeln werden ja durch vielfältige praktische Erfahrungen bestätigt. Nur ist die bisherige Erklärung dafür, daß hohe Kali- bzw. Phosphorgaben die Resistenz, hohe Stickstoffgaben die Anfälligkeit erhöhen, dahin abzuändern, daß hohe Kali- und Phosphorsäuregaben bei gleichzeitig eintretendem N-Mangel die Resistenz erhöhen, und daß N-Überschuß die Anfälligkeit erhöht, wenn nicht Phosphorsäure ins Minimum gerät."

Schaffnit und Volk haben Befallsunterschiede erst von dem Zeitpunkt an festgestellt, in dem sich deutliche durch verschiedene Ernährung bedingte Entwicklungsunterschiede bemerkbar machten, nicht dagegen im Jugendstadium. Diese Ergebnisse ließen demnach noch die Frage offen, ob es sich bei der beobachteten Resistenzänderung als Folge der Düngung nicht doch lediglich um eine scheinbare, durch die unterschiedliche Entwicklung bedingte handele. Gaßner und Hassebrauk haben deshalb zu ihren Rostinfektionsversuchen nur junge Getreidepflanzen nach Erscheinen des zweiten Blattes benutzt. Im Gegensatz zu Schaffnit und Volk konnten sie nach verschiedener Düngung auch an solchen Pflanzen, die sich im Jugendstadium, also im homologen Entwicklungsstadium befanden, einwandfrei Unterschiede in der Anfälligkeit beobachten, sobald sie mäßig resistente bzw. schwach anfällige Sorten prüften. Hoch resistente und hoch anfällige, wie Schaffnit und Volk sie verwandten, ließen dagegen fast gar keinen Einfluß der Mineralsalzdüngung erkennen, so daß sich hieraus der Widerspruch zwanglos erklären läßt. Die von ihnen festgestellten Einflüsse der Düngung fassen sie dahingehend zusammen[2]):

„Bei gleichzeitiger Konstanz der übrigen Nährstoffe bewirken steigende Kaligaben eine eindeutige Verschiebung des Rostbildes nach der resistenten Seite hin. Bei gleichzeitiger Änderung der Stickstoff- und Phosphorsäureernährung wirkt Kali um so stärker hemmend, je mehr es im Überschuß zu Stickstoff oder zu Phosphorsäure gegeben wird. Außerdem ist die Stärke der Kaliwirkung gleichzeitig von dem gegenseitigen Mengenverhältnis von Stickstoff zu Phosphorsäure abhängig. . . Stickstoff wirkt in allen Fällen rostfördernd und zwar um

---

[1]) Schaffnit, E. und Volk, A., Beiträge zur Kenntnis der Morphologie und Physiologie verschieden ernährter Pflanzen. Landw. Jahrb. **67**, 1928, 328.

[2]) Gassner, G. und Hassebrauk, K., Untersuchungen über Beziehungen zwischen Mineralsalzernährung und Verhalten der Getreidepflanzen gegen Rost. Phytopath. Ztschr. **3**, 1931, 609.

so stärker, je mehr Stickstoff im Überschuß zu Kali und Phosphorsäure gegeben wird. Das Ausmaß der Stickstoffwirkung hängt weiter von dem gegenseitigen Verhältnis von Kali und Phosphorsäure ab. . . Die Wirkung der Phosphorsäure hängt stets von dem gleichzeitigen Gehalt des Bodens an Kali und Phosphorsäure sowie ihrem gegenseitigen Verhältnis ab. Je nach dem Verhältnis von Kali zu Phosphorsäure zu Stickstoff erhöht Phosphorsäure entweder die Resistenz oder steigert die Anfälligkeit. Eine Resistenzerhöhung liegt dann vor, wenn Phosphorsäure im Vergleich zu Kali und Stickstoff im Überschuß vorhanden ist. Zu einer Steigerung der Anfälligkeit kommt es bei einem relativen Überwiegen von Kali und Stickstoff. . . Im übrigen sind die Wirkungen von Kali, Phosphorsäure und Stickstoff auf das Rostverhalten der Pflanzen derart eng miteinander verknüpft und gegenseitig bedingt, daß es nicht immer möglich ist zu entscheiden, ob der jeweils im Überschuß gegebene Faktor oder der gleichzeitig verursachte Mangelzustand der anderen Faktoren für das Rostverhalten ausschlaggebend ist. Ferner ist bei der Beurteilung der Mineralsalzeinwirkung auf die Resistenzverschiebungen der Nährpflanze gleichzeitig auch die Bedeutung der Assimilationstätigkeit der Blätter als variabler Faktor zu berücksichtigen."

In Übereinstimmung mit diesen exakten Laboratoriumsuntersuchungen haben Acker und König[1]) in Feldversuchen eine spezifisch rosthemmende Wirkung der Kalisalzdüngung feststellen können. Den Hauptunterschied ihrer Auffassung gegenüber derjenigen von Schaffnit und Volk sehen Gaßner und Hassebrauk darin, daß erstere Stickstoff und Phosphorsäure in den Vordergrund stellen und das Eingreifen des Kali nur nebensächlich behandeln, nach ihren eigenen Versuchsergebnissen dagegen ein Verständnis des ganzen Fragenkomplexes nur möglich ist, wenn Kali als gleichwertiger Faktor neben Stickstoff und Phosphorsäure gestellt wird. „Wir haben es nicht mit einer Gleichung mit zwei, sondern mit drei unbekannten Größen zu tun."

Neben diese drei unbekannten Größen tritt nun als vierte, nicht minder wichtige der Kalk, dessen wirksame Komponente jedoch meist nicht in dem Nährstoffgehalt zu suchen ist und der deshalb auch nicht mit den drei anderen Nährstoffen in dieselbe Gleichung aufgenommen wird. Lundegårdh[2]) hat neuerdings darauf hingewiesen, daß viele Kalkpflanzen nicht deshalb auf Kalkböden gut gedeihen, weil sie viel Kalk als Nährstoff gebrauchen, sondern wegen der physikalischen Eigenschaften des Bodens oder wegen seines allgemeinen Nährstoffreichtums oder endlich wegen der neutralen oder alkalischen Reaktion, während andererseits kalkfliehende meistens nicht dem Ca-Ion an sich, sondern der alkalischen Reaktion entfliehen oder aber durch die bei Kalküberschuß gehemmte Permeabilität für andere Nährstoffe Schaden leiden. Wenn wir deshalb den Kalk in den Dienst der Pflanzenhygiene stellen wollen, müssen wir jede dieser verschiedenartigen Wirkungen in Betracht ziehen. Ihre Vielartigkeit macht es auch erklärlich, daß der Kalk, wie Korff[3]) sich ausdrückt, als Vorbeugungsmittel wie im Kampf gegen zahlreiche Feinde der Kulturgewächse unschätzbare Dienste leistet. Soweit es sich dabei um fungizide und bakterizide Wirkungen handelt, ist an anderer Stelle dieses Handbuchs ausführlich darauf eingegangen. Allerdings ist eine scharfe Trennung zwischen

[1]) Acker, W. und König F., Die Widerstandsfähigkeit des Getreides gegen Rostbefall und ihre Beeinflussung durch die Düngung. Ernährg. d. Pflanze **29**, 1933, 104.

[2]) Lundegårdh, H., Klima und Boden in ihrer Wirkung auf das Pflanzenleben. 2. Aufl. Jena 1930, S. 339.

[3]) Korff, G., Kalk als Pflanzenschutzmittel. Berlin 1929, S. 5.

Kalk als Vorbeugungs- und als Bekämpfungsmittel nicht immer möglich. Ebensowenig braucht hier noch der Einfluß des Kalkes auf nichtparasitäre Erkrankungen erörtert zu werden, da auf ihn bereits hingewiesen worden ist. Lediglich seine Bedeutung für das Auftreten parasitärer Erkrankungen ist noch zu behandeln. Dabei erhebt sich wiederum die Frage, wie weit durch Kalken eine wirkliche Resistenzänderung der Pflanze zu erzielen ist. Wenn beispielsweise auf Böden, die zur Verkrustung neigen, zur Verhütung des Wurzelbrandes Kalken empfohlen wird[1]), so wird damit eine physikalische Bodenverbesserung angestrebt, durch welche die Entwicklung der Pflanzen beschleunigt und das Stadium der Anfälligkeit abgekürzt werden soll. Es handelt sich also nur um eine scheinbare Resistenzänderung.

Mit der physikalischen Bodenverbesserung gehen nun andere Wirkungen des Kalkens parallel, unter denen, vom Standpunkt der Verhütung parasitärer Erkrankungen betrachtet, die Umstimmung der Bodenreaktion im Mittelpunkt des Interesses steht. Ebenso wie die höheren Pflanzen zeigen auch ihre Parasiten in ihrer Entwicklung eine mehr oder minder ausgesprochene Abhängigkeit von der Bodenreaktion. Für eine große Reihe von Schädlingen ist diese neuerdings von Schaffnit und Meyer-Hermann[2]) untersucht worden.

Sie unterscheiden vier Gruppen, die litrophile, die mesantypiphile, die oxyphile und die astatische Gruppe, je nachdem ob alkalische, neutrale oder saure Bodenreaktion bevorzugt wird oder der Reaktionsbereich nicht eng begrenzt ist.

Kennen wir die Reaktionsansprüche der Wirtspflanze einerseits, ihres Parasiten andererseits und differieren diese hinreichend voneinander, so muß es durch entsprechende Abstimmung der Bodenreaktion gelingen, einem Befall wirksam vorzubeugen. Auch in diesem Falle haben wir es lediglich mit einer scheinbaren Änderung der Anfälligkeit zu tun. Dem Parasit werden die für seine Entwicklung erforderlichen Entwicklungsbedingungen entzogen, diejenigen für die Pflanze möglichst vorteilhaft gestaltet.

Das lehrreichste Beispiel in dieser Beziehung ist *Plasmodiophora brassicae*. Nach den Untersuchungen von Schaffnit und Meyer-Hermann gehört dieser Pilz zur Gruppe der Oxyphilen. Soll die Infektion der Pflanze vollkommen verhütet werden, so muß ein ph-Wert von über 7,5 angestrebt werden. Die dazu erforderlichen Kalkmengen führen jedoch leicht die Gefahr einer Überkalkung herbei, die ihrerseits wieder unmittelbare Schädigungen der Pflanzen hervorrufen kann. Bremer[3]) hat nun gezeigt, daß auch eine Neutralhaltung des Bodens bereits genügt, um der Erkrankung wirksam vorzubeugen. In einem solchen Boden ist nämlich das Schlüpfen der Sporen gehemmt. Das hat eine Verringerung der Infektionsmöglichkeit und damit auch geringe Vermehrungsmöglichkeit zur Folge, so daß die Sporenzahl mit der Zeit immer mehr abnimmt.

Schaffnit und Meyer-Hermann empfehlen auf Grund ihrer Untersuchungen bei Parasiten wie *Rhizoctonia violacea* und *Plasmodiophora brassicae* nach voraufgegangener

---

[1]) Peters, L, Der Wurzelbrand der Rüben. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstw. Flugbl. 44, 1929.

[2]) Schaffnit, E. und Meyer-Hermann, K., Einfluß der Bodenreaktion auf die Lebensweise von Pilzparasiten und das Verhalten ihrer Wirtspflanzen. Phytopath. Ztschr. **2**, 1930, 103.

[3]) Bremer, H., Untersuchungen über Biologie und Bekämpfung des Erregers der Kohlhernie, *Plasmodiophora brassicae Woronin*. 2. Mitt.: Kohlhernie und Bodenazidität. Landw. Jahrb. **59**, 1924, 682.

Kalkung die Reaktionsumstimmung auch durch Zugabe von physiologisch-alkalischen Düngemitteln zu fördern, bei nichtsäureverträglichen wie *Fusarium nivale*, *Ophiobolus graminis* und *Typhula graminum* aber physiologisch saure Düngemittel zu wählen. Korff[1]) führt eine große Reihe weiterer Beispiele an, in denen Kalken des Bodens dem Befall der Pflanzen durch Parasiten vorbeugen soll. Er meint, da saure Bodenbeschaffenheit erfahrungsgemäß insbesondere Pflanzenkrankheiten pilzlicher Natur sowie die Ansiedlung tierischer Bodenschädlinge begünstige, gelte die Beseitigung der sauren Bodenreaktion durch Kalk als sicher wirkende Maßnahme, um namentlich jene Pflanzen gesund zu erhalten, die gegen Säure empfindlich sind, was für die meisten unserer Kulturgewächse zutreffe. Ob diese Auffassung wirklich gerechtfertigt ist, muß zweifelhaft erscheinen. Zum mindesten kann sie experimentell vorerst nicht als ausreichend gesichert angesehen werden. Im Gegenteil, die von Schaffnit und Meyer-Hermann untersuchten Pilze zeigten weitaus in der Mehrzahl Neigung zur Bevorzugung alkalischer Bodenreaktion, während die Zahl der Pilze, die ausgesprochen saure Bodenreaktion bevorzugen, sehr gering ist. Demgemäß müßte sogar eher oder mindestens mit dem gleichen Recht eine Begünstigung saurer Bodenreaktion parasitären Erkrankungen vorbeugen. Im Einklang damit stehen Beobachtungen Eichingers[2]), der durch Anwendung von physiologisch sauren Düngemitteln wie schwefelsaurem Ammoniak, schwefelsauren Kalisalzen und Superphosphat den Schorf der Kartoffeln völlig oder nahezu zum Verschwinden bringen konnte, während physiologisch alkalische Düngemittel ihn begünstigten.

Eine Abhängigkeit tierischer Parasiten von der Bodenreaktion war bislang überhaupt nicht nachgewiesen. Blunck und Merkenschlager[3]) haben erst 1925 das ihres Wissens erste Beispiel für eine solche mitgeteilt, indem sie beobachteten, daß die Larven von *Agriotes*-Arten sich zum weitaus größten Teil unabhängig von der Art und Wüchsigkeit des Pflanzenbestandes im Acker in den Bezirken schwächster Basizität gesammelt hatten und auch vor ausgesprochen sauren Böden nicht zurückgeschreckt waren.

Es besteht also, von Einzelfällen abgesehen, im allgemeinen wenig Aussicht, dem Auftreten parasitärer Erkrankungen dadurch vorbeugen zu können, daß man eine Änderung der Bodenreaktion in einer die Entwicklung des Parasiten ungünstig beeinflussenden Richtung anstrebt.

Schließlich ist noch die Frage zu beantworten, wie weit eine wirkliche Änderung der Anfälligkeit der Pflanze durch Umstimmen der Bodenreaktion zu erzielen ist.

Durch Versuche mit Pilzen, die nur an oberirdischen Pflanzenteilen auftreten wie *Erysiphe graminis* und *Helminthosporium sativum*, konnten Schaffnit und Meyer-Hermann[4]) einwandfrei diese Möglichkeit nachweisen. Der Befall des Weizens durch beide Parasiten wurde durch alkalische Bodenreaktion stark erhöht, durch saure stark gemindert. Das Umgekehrte beobachteten sie bei *Bacterium tabacum*. Mit sinkender Azidität wurden die Blattinfektionsflächen kleiner und blieben scharf gegeneinander abgegrenzt. Fischer und Gäumann[5]) nehmen den Nachweis der wirklichen Resistenzänderung der Wirtspflanze durch die Düngung auch für *Plasmodiophora brassicae* als erwiesen an sowie für *Phoma betae*, die, wie erwähnt, nach ihrer Auffassung eine entscheidende Rolle beim Auftreten der Herzkrankheit der Zuckerrübe spielt.

Demnach steht die Möglichkeit, die Resistenz unserer Kulturpflanzen durch

---

[1]) Korff, G., Kalk als Pflanzenschutzmittel. Berlin 1929.

[2]) Eichinger, Kartoffelschorf und Düngung. II. Superphosphat 1932, **8**, 10—17.

[3]) Blunck, H. und Merkenschlager, F., Zur Ökologie der Drahtwurmherde. Nachrichtenbl. f. d. deutschen Pflanzenschutzdienst **5**, 1925, 95—98.

[4]) Schaffnit, E. und Meyer-Hermann, K., Einfluß der Bodenreaktion auf die Lebensweise von Pilzparasiten und das Verhalten ihrer Wirtspflanzen. Phytopath. Ztschr. **2**, 1930, 107.

[5]) Fischer, E. und Gäumann, E., Biologie der pflanzenbewohnenden parasitischen Pilze. Jena 1929, S. 44.

Änderung der Bodenreaktion zu erhöhen, außer Zweifel. Ob sie praktisch freilich von Bedeutung ist, erscheint fraglich im Hinblick auf das Verhalten des Weizens, der gerade bei der ihm am meisten zusagenden Bodenreaktion den stärksten Befall zeigte. Wenn diese Beobachtung natürlich auch in keiner Weise verallgemeinert werden darf, so muß doch vor übertriebenen Hoffnungen auf Verhütung parasitärer Erkrankungen durch Änderung der Bodenreaktion gewarnt werden. Arrhenius[1]) glaubt deshalb, das einzige, was man im allgemeinen machen könne, sei, daß man den Wirtspflanzen möglichst gute Lebensbedingungen schaffe. Selbst in Fällen, in denen Auftreten und Verbreitung von Bodenparasiten durch ungeeignete Bodenreaktion bedingt ist, darf ihre Unterdrückung, wie Schaffnit und Meyer-Hermann[2]) betonen, nie einseitig vom Standpunkt der Bodenreaktion allein aus beurteilt werden. Dagegen betrachten auch sie beim Auftreten aller durch Bodenparasiten hervorgerufenen Krankheiten als eine Maßnahme von grundsätzlicher Bedeutung die reichliche Zufuhr solcher Nährstoffe, welche die Pflanze in besonderem Maße zur Regeneration befähigen. Das gilt nach ihren Beobachtungen namentlich vom Stickstoff und auch von der Phosphorsäure.

Dem Kalk ähnlich hinsichtlich der Vielartigkeit ihrer Wirkung sind die natürlichen Düngemittel, auf die hier noch kurz eingegangen werden muß, soweit besondere Belange der Pflanzenhygiene es erfordern. Für die reine Nährstoffzufuhr gelten naturgemäß die bereits ausführlich erörterten Zusammenhänge, wobei der Hinweis Reinmuths[3]) zu beachten ist, daß insbesondere hohe Stallmist-, Jauche- und Fäkaliengaben unter Umständen eine einseitige Stickstoffwirkung mit ihren hygienisch nachteiligen Folgen auslösen können. Nicht hoch genug bewertet und eingeschätzt werden kann nach Honcamps[4]) Überzeugung die physikalische Wirkung der natürlichen Düngemittel, die sich den künstlichen gegenüber auch durch einen besonders starken biologischen Einfluß auf den Boden auszeichnen. Daß damit wichtige Voraussetzungen für eine gesunde Entwicklung der Pflanzen erfüllt werden, bedarf kaum der Erwähnung. In dieser Hinsicht braucht nur an die früheren Ausführungen über Bodenverbesserung und Bodenbearbeitung erinnert zu werden. Honcamp führt aber auch eine ganze Reihe von ungünstigen Folgen bei unsachgemäßer Anwendung der natürlichen Dünger an, deren Vermeidung naturgemäß auch pflanzenhygienisch von Wichtigkeit ist. Daß unter Umständen sogar eine an sich vorteilhafte Beeinflussung des Bodens durch natürlichen Dünger parasitäre Erkrankungen begünstigen kann, zeigt das Beispiel des Wurzelschimmels an Reben.

Müller[5]) hält es für nützlich, auf Wurzelschimmelherden nicht mit Stallmist oder Kompost

[1]) Arrhenius, O., Kalkfrage, Bodenreaktion und Pflanzenwachstum. Leipzig 1926, S. 67.

[2]) Schaffnit, E. und Meyer-Hermann, K., Einfluß der Bodenreaktion auf die Lebensweise von Pilzparasiten und das Verhalten ihrer Wirtspflanzen. Phytopath. Ztschr. 2, 1930, 162—163.

[3]) Reinmuth, E., Düngung, Düngemittel und Pflanzenschutz. Handbuch der Pflanzenernährung und Düngerlehre. II. Berlin 1931, S. 891.

[4]) Honcamp, F., Düngung und Düngemittel. Handbuch der Pflanzenernährung und Düngerlehre II. Berlin 1931, S. 17.

[5]) Müller, K., Wurzelschimmel. Weinbaulexikon. Berlin 1930, S. 989.

zu düngen. Als Begründung führt er an anderer Stelle an,[1]) daß der Stalldung die Feuchtigkeit im Boden zurückhalte, sich nur langsam zersetze und für das Wachstum von *Rosellina necatrix* vorzügliche Bedingungen schaffe.

Von manchen Seiten wird nun eine solche Förderung des Auftretens parasitärer Erkrankungen in größerem Umfange befürchtet.

So meint Reinmuth[2]), durch reichliche Stallmistzufuhr könne der Boden eine Brutstätte für pilzliche und tierische Schädlinge werden. Es sei eine allgemeine Erfahrungstatsache, daß die auf frisch mit Stallmist gedüngten Böden angebauten Gewächse meist stärker unter bestimmten Krankheiten und Schäden zu leiden hätten als nicht gedüngte bzw. mit künstlichen Düngemitteln behandelte Flächen. Reinmuth empfiehlt deshalb zur Vermeidung der Anlockung tierischer Parasiten durch den Geruch des organischen Düngers diesen zu stark anfälligen Kulturen schon zur Vorfrucht oder mindestens im Herbst zu geben und ihn gegebenenfalls tiefer unterzubringen. Jauchedüngungen unmittelbar vor oder während der Flugzeit von schädlichen Insekten seien zu vermeiden. Müller und Molz[3]) raten von einer frischen Stallmistdüngung im Frühjahr ab, da diese das Auftreten von *Agrotis segetum* fördere. Molz[4]) hat den gleichen Einfluß von Pferdemist auf *Bibio hortulanus* beobachtet. Rambousek[5]) empfiehlt, Stalldünger zu Rüben zu vermeiden, da er die Rübenfliege anlocke, während Baudys[6] und Uzel[7]) aus dem gleichen Grunde dafür eintreten, ihn wenigstens im Herbst tief unterzupflügen. Illing[8]) hält organischen Dünger für unbedingt notwendig, möchte ihn aber in Form von „Edelmist" geben, der keine Anlockung mehr ausübe. Kreuzpointner[9]) glaubt, daß mit Stallmist oder Jauche, besonders durch schlechtes Material und falsche Anwendung im Frühjahr die günstigsten Bedingungen für Pflanzenkrankheiten geschaffen würden. Alle Maßnahmen gegen die Kohlhernie sind seiner Überzeugung nach nutzlos, solange dem Kohl Stallmist oder Jauche gegeben wird.[10]) Auch Boshart[11]) meint, fortgesetzte Stallmistdüngung, wie sie im Gartenbau üblich sei, scheine den Boden geradezu zu einer Brutstätte für *Plasmodiophora brassicae* zu machen. Ob diese verschiedenen Befürchtungen wirklich gerechtfertigt sind, muß vorerst fraglich erscheinen, zum mindesten soweit es die Anlockung von Insekten durch Geruch betrifft. Bremer und Kaufmann[5–7]) haben darauf aufmerksam gemacht, daß der exakte Nachweis einer Anziehungskraft tierischen Düngers auf *Pegomyia hyoscyami* in keinem Fall erbracht worden sei. Berger[12]) bezeichnet es geradezu als einen Irrtum in der Schädlingsplage, daß starke Düngung mit kräftig riechenden Dungstoffen gewisse für den Anbau einiger Gemüsearten sehr nachteilige Schädlinge anlocke. Er hat den Anbau von Karotten jahrelang wegen Befall mit *Psila rosae* aussetzen und eine zu 95% von *Chortophila brassicae* heimgesuchte Blumenkohlpflanzung

---

[1]) Müller, K., Rebschädlinge und ihre neuzeitliche Bekämpfung. Karlsruhe 1922, S. 85.

[2]) Reinmuth, E., Düngung, Düngemittel und Pflanzenschutz. Handb. d. Pflanzenernährung u. Düngerlehre II. Berlin 1931, S. 892.

[3]) Müller, H. C. und Molz, E., Beobachtungen über das Auftreten der Erdraupen der Saateule *(Agrotis segetum Schiff.)* im Jahre 1917. Ztschr. f. angew. Entomol. **5**, 1919, 43—46.

[4]) Molz, E., Weitere Beiträge zur Kenntnis der Biologie der Gartenhaarmücke *(Bibio hortulanus L.)*. Ztschr. f. angew. Entomol. **7**, 1921, 92—96.

[5–7]) Nach Bremer, H. und Kaufmann, O., Die Rübenfliege, *Pegomyia hyoscyami Pz.* Berlin 1931, S. 89.

[8]) Illing, O., Schädlingsplagen durch organischen Dünger. Obst- und Gemüsebau **76**, 1931, 110—111.

[9]) Kreuzpointner, J., Mehr natürliche Schädlingsbekämpfung auch im Gemüsebau. Obst- u. Gemüsebau **76**, 1930, 59.

[10]) Kreuzpointner, J., Kohlhernie und Düngung. Ernährung d. Pflanze **27**, 1931, 172—173.

[11]) Boshart, K., Richtige Ernährung und Düngung als Grundlage gesunden Pflanzenwachstums im Gemüsebau. Prakt. Blätter für Pflanzenbau u. Pflanzenschutz **7**, 1930. 267.

[12]) Berger, F., Ein Irrtum in der Schädlingsplage. Lehrm. im Garten u. Kleintierhof **24**, 1926, 437.

erneuern müssen, obwohl er nur gute Komposterde und Mineraldünger, aber keine stark riechenden Dungstoffe verwandte.

Die Verhältnisse liegen also keineswegs so eindeutig, wie von manchen Seiten angenommen wird. Deshalb können auch über die allgemein gültigen Richtlinien für eine sachgemäße Anwendung der natürlichen Düngemittel hinaus schwerlich Vorschriften zur Verhütung parasitärer Erkrankungen gegeben werden, für deren Aufstellung die Ausarbeitung exakter Unterlagen Voraussetzung ist. Solche liegen aber bisher nur in vereinzelten Fällen vor. Hier seien vor allem die Versuche von Molz[1]) mit *Heterodera Schachtii* erwähnt.

Er hat festgestellt, daß Pferde-, Kuh- und Schafmist sich den Nematodenzysten gegenüber indifferent verhalten, Ziegen- und Taubenmist vielleicht eine gewisse Wirkung ausüben, Abortdünger dagegen zwar nicht bei Kontaktwirkung, wohl aber bei Geruchswirkung die Zahl der ausgeschlüpften Larven sicher erhöht. Molz warnt deshalb davor, Abortdünger vor der Rübenbestellung zu geben, da er den Nematodenbefall stark vermehren könne.

Der ungünstige Einfluß des Stallmistes auf pilzparasitäre Erkrankungen ist in neuester Zeit von Flachs und Kronberger[2]) an Hand des Auftretens der Kohlhernie experimentell geprüft worden.

Sie sind zu der Erkenntnis gelangt, daß Überdüngung eines Bodens mit Stallmist, wie sie bisher besonders in Gartenbetrieben üblich war, eine erhebliche Störung im Gleichgewichtszustand der Arten der Organismenflora des Bodens bedingt. Der dabei entstehende Schwefelwasserstoff bewirkt eine Änderung in der Zusammensetzung der Mikroflora des Bodens. Dadurch wird generell auch eine Schwächung der Umsetzungsprozesse in ihm herbeigeführt und so das Auftreten der Kohlhernie und wahrscheinlich auch anderer Pflanzenkrankheiten pilzparasitärer Art ganz wesentlich begünstigt.

Daß die Verwendung natürlicher Düngemittel noch in anderer Hinsicht nachteilig werden kann, sei hier nur angedeutet.

Gassner[3]) hat darauf aufmerksam gemacht, daß lokales Rostauftreten in Getreidefeldern an solchen Stellen, die stark mit organischem Dünger gedüngt sind, mit Verschiedenheiten der im Boden frei werdenden Kohlensäure in Zusammenhang stehen kann. Praktische Schlußfolgerungen dürften aus dieser Vermutung aber kaum zu ziehen sein. Weiter ist bekannt, daß die natürlichen Düngemittel zum Überträger von Krankheitserregern und Unkrautsamen werden können.

Sachgemäße Behandlung bietet aber auch gegen diese Gefahren weitgehenden Schutz. Andererseits sei noch auf eine günstige Folge der Gründüngung hingewiesen; nach allgemeiner Auffassung dämmt sie das Auftreten des Kartoffelschorfes ein.[4])

Die Betrachtungen über die Düngung im Rahmen der Pflanzenhygiene dürften zur Genüge gezeigt haben, daß ihre richtige Durchführung die Gesunderhaltung

---

[1]) Molz, E., Reizphysiologische Versuche zur Bekämpfung der Rübennematoden *(Heterodera Schachtii)*. Fortschr. d. Landw. **3**, 1928, 337—346.

[2]) Flachs, K. und Kronberger, M., Zum Kohlhernieproblem. Prakt. Blätter f. Pflanzenbau u. Pflanzenschutz **8**, 1931, 114.

[3]) Gassner, G., Die Frage der Rostanfälligkeit als ernährungsphysiologisches Problem. Angew. Botanik **9**, 1927, 539.

[4]) Schlumberger, O., Über das Verhalten der Kartoffelsorten gegen Schorf. Mitt. Deutsche Landw. Ges. **42**, 1927, 200—202. — Millard, W. A. and Taylor, C. B., Antagonism of microorganisms as the controlling factor in the inhibition of scab by greenmanuring. Ann. appl. Biology **14**, 1927, 202—216.

unserer Pflanzenbestände in hohem Maße zu fördern vermag. Auf der anderen Seite muß vor übertriebenen Erwartungen gewarnt werden; auch hier gilt die früher zitierte Mahnung v. Rümkers, alle in Betracht kommenden Faktoren in jedem Einzelfall sorgfältig abzuwägen. Wohin eine Überschätzung der in der Düngung gebotenen pflanzenhygienischen Möglichkeiten führen kann, mag folgendes Beispiel zeigen. Gold[1]) erwähnt die Auffassung verschiedener hervorragender Autoritäten über die Aussichten der Reblausbekämpfung und scheint diese sich auch selbst zu eigen zu machen. Aus der Erkenntnis, daß die vollständige Vernichtung der Reblaus unmöglich sei, wird empfohlen, die Summen, die alljährlich zur Bekämpfung dieses Schädlings vom Staate geopfert werden, zum Ankauf von künstlichen Düngemitteln zu verwenden; dem Weinbau würde dadurch bestimmt mehr gedient werden. Demgegenüber verdient der von Schaffnit und Volk[2]) eingenommene Standpunkt nachdrückliche Unterstreichung, daß alle durch die Ernährung verursachten modifikativen Veränderungen in der Resistenz der Pflanze, soweit es sich um deren innere Konstitution handelt, sehr viel weniger in die Waagschale fallen wie die durch erbliche Merkmale fixierte Disposition der Sorten unserer Kulturpflanzen.

c) Die Pflanze als unmittelbares Objekt hygienischer Kulturmaßnahmen

Die bisher besprochenen pflanzenhygienischen Kulturmaßnahmen beschäftigen sich durchweg mit dem Standort der Pflanze. Daneben bietet uns nun auch diese selbst weitgehende Möglichkeiten, ihrer Erkrankung auf dem gleichen Wege vorzubeugen. Das ist teilweise bei der Standortsberücksichtigung schon angedeutet. Dort wurde schon darauf hingewiesen, daß das ökologische Optimum für die Pflanze weniger durch Wahl eines entsprechenden Standorts als vielmehr durch Auswahl von dem Standort angepaßten Kulturpflanzen zu erreichen sein wird. Richtige Arten- und Sortenwahl bilden deshalb gewissermaßen den Übergang zwischen den beiden Hauptgruppen pflanzenhygienischer Kulturmaßnahmen. Ihnen schließen sich Saat- und Pflanzgutauslese, Saatzeit- und -tiefe, Standweite, Pflege während des Wachstums, Erntezeit und Beseitigung der Ernterückstände an als Maßnahmen, die ausschließlich die Pflanze zum Objekt haben.

1. Fruchtwechsel

Die Erörterung der Standortsberücksichtigung hat als grundlegende Voraussetzung für eine gesunde Entwicklung der Pflanzen möglichst weitgehende Übereinstimmung zwischen den Wachstumsbedingungen des Standorts und den Ansprüchen der anzubauenden Pflanzen ergeben. Nun wissen wir, daß die Pflanzen selbst die jeweiligen Wachstumsbedingungen in nicht unerheblichem Maße zu verändern vermögen. Wiederholter Anbau einer Pflanzenart auf demselben Boden kann zu starkem Absinken der Erträge und krankhaften Wachstumsstörungen führen, jener Erscheinung, die früher unter dem Begriff der

[1]) Gold, H., Pflanzenschädlinge und Pflanzenernährung. Erf. Führer i.Obst- und Gartenbau **23**, 1923, 338—339.

[2]) Schaffnit, E. und Volk, A., Beiträge zur Kenntnis der Morphologie und Physiologie verschieden ernährter Pflanzen. Landw. Jahrb. **67**, 1928, 329.

Bodenmüdigkeit besprochen worden ist. Zu diesen extremsten Wirkungen ständiger Aufeinanderfolge derselben Pflanzenart braucht es allerdings nicht immer zu kommen. Wir wissen, daß die einzelnen Pflanzenarten sich in der Unverträglichkeit mit sich selbst weitgehend voneinander unterscheiden. Roggen und Kartoffeln auf der einen Seite, Klee und Lein auf der anderen Seite können als Vertreter größter Verträglichkeit bzw. Unverträglichkeit mit sich selbst angesehen werden, zwischen die sich die anderen Pflanzenarten eingliedern. Um diesen nachteiligen Folgen fortgesetzten Anbaus derselben Fruchtart vorzubeugen, ist Fruchtwechsel unerläßlich, der naturgemäß um so zwingender wird, je weniger verträglich die Frucht mit sich selbst ist. Dabei zeigt jede einzelne Pflanzenart eine mehr oder minder spezifische Eignung als Vorfrucht, die wiederum modifiziert wird durch die Ansprüche der ihr folgenden Art.

Allgemeine Richtlinien für die Gestaltung des Fruchtwechsels an dieser Stelle zu geben, erübrigt sich, da sie in der landwirtschaftlichen Fachliteratur ausführlich behandelt worden sind. Allerdings ist das Problem der Fruchtfolge hier meistens vom Standpunkt der Betriebslehre erörtert worden, auf deren Gebiet seine wichtigsten Seiten liegen. v. Rümker[1]) hat als erster die physiologisch-naturwissenschaftlichen Grundlagen in den Vordergrund seiner Darstellung zu rücken versucht, bei der die betriebswirtschaftlichen Belange nur als notwendige Ergänzung oder Korrektur herangezogen worden sind. Insofern sind also Müller und Molz[2]) durchaus im Recht, wenn sie 1919 meinen, immer deutlicher trete in der Landwirtschaft die Notwendigkeit einer sorgfältigen Beachtung des Fruchtwechsels unter pflanzenhygienischen Gesichtspunkten hervor; es werde nötig sein, dieses Moment zukünftig bei Aufstellung von Fruchtfolgen gebührend zu berücksichtigen. Andererseits dürfte diese Auffassung dem wahren Wesen der Pflanzenhygiene nicht ganz gerecht werden, da die beiden Autoren dabei offensichtlich nur die Verhütung des Auftretens von tierischen Parasiten oder zum mindesten von parasitären Erkrankungen im Auge haben. Der Begriff der Pflanzenhygiene ist aber, wie hier nicht mehr ausgeführt zu werden braucht, wesentlich weiter zu fassen. Letzten Endes dient der gesamte Fruchtwechsel, mögen auch andere Gesichtspunkte bei seiner Gestaltung maßgebenden Einfluß ausüben, lediglich pflanzenhygienischen Zielen; er muß geradezu als eine der ältesten pflanzenhygienischen Maßnahmen angesehen werden. Wenn trotzdem hier lediglich auf die Erörterung der Frage eingegangen wird, wie weit parasitären Erkrankungen durch eine zweckmäßige Fruchtfolge vorgebeugt werden kann, so hat das insofern seine Berechtigung, als nichtparasitäre Erkrankungen, soweit sie sich aus einer ungeeigneten Fruchtfolge ableiten, durch deren Umgestaltung nach den allgemein gültigen Grundsätzen ohne weiteres verhütet werden.

Bis zu einem gewissen Grade wird man dadurch auch parasitären Erkrankungen begegnen können, indem eine günstige Stellung in der Fruchtfolge abnormer Prädisposition vorbeugen wird.

---

[1]) Rümker, K. v., Über Fruchtfolge. Berlin 1906, S. 5.

[2]) Müller, H. C. und Molz, E., Beobachtungen über das Auftreten der Erdraupen der Saateule *(Agrotis segetum Schiff.)* im Jahre 1917. Ztschr. f. angew. Entomol. **5**, 1919, 45.

Als besonders charakteristisches Beispiel für den Einfluß der Fruchtfolge auf die Prädisposition für parasitäre Erkrankungen sei die Schwarzbeinigkeit des Weizens genannt, deren Ursache man heute, wie früher erwähnt, in erster Linie in ungünstigen Standortsbedingungen sucht, die einen Befall durch *Ophiobolus graminis* nach sich ziehen. Crüger[1]) bezeichnet vom Standpunkt der Vermeidung der Schwarzbeinigkeit als günstigste Vorfrucht Erbsen, der sich in absteigender Reihenfolge Hafer, Kartoffeln, Rüben, Weizen, Rübsen und Raps, Schwarzbrache, Kleegras, Klee, Wickgemenge, Roggen, Gerste anschließen. Die nachteilige Wirkung der sonst so günstigen Vorfrüchte Klee, Wickgemenge, Schwarzbrache, Raps und Rübsen führt er darauf zurück, daß durch diese Vorfrüchte, die durch sie hervorgerufene Schattengare und die mit ihrem Anbau verbundene sorgfältige Bodenbearbeitung verhältnismäßig viel Stickstoff in den Boden gebracht wird, ohne daß für entsprechende Zugabe von Kali und Phosphorsäure Sorge getragen wird. Das Mitsprechen der verschiedensten Faktoren macht auch die vielfachen Widersprüche in der Bewertung der Fruchtfolge erklärlich, und Crüger gibt deshalb der von ihm genannten Vorfruchtreihe nur für ostpreußische Verhältnisse Gültigkeit. Immerhin dürfte sie zum mindesten hinsichtlich der ungünstigen Wirkung von Roggen und Gerste, denen in der Mehrzahl der Fälle noch der Weizen zugesellt wird, allgemeine Anerkennung erfahren. So kommt Blunck[2]) zu der Zusammenfassung: „Je reicher die Fruchtfolge an Nichtgetreide, um so geringer, und umgekehrt, je reicher sie an Halmfrucht, um so größer ist die Gefährdung des Weizens durch Fußkrankheiten."

Neben der Beeinflussung der abnormen Prädisposition der Pflanze sind nun noch eine ganze Anzahl anderer Gesichtspunkte zu berücksichtigen, wenn wir durch die Fruchtfolge dem Auftreten parasitärer Erkrankungen entgegenarbeiten wollen. Allerdings ist es nicht immer ganz leicht, die Fruchtfolge als pflanzenhygienische Kulturmaßnahme scharf abzugrenzen. Im Kampf gegen die parasitären Erkrankungen werden ihr nämlich sehr verschiedene Aufgaben zugewiesen. Ein Beispiel mag das erläutern.

Es ist bekannt, daß nematodenverseuchte Rübenschläge eine besondere Fruchtfolge erfordern. Dabei spielen vor allem die sog. Feindpflanzen eine wichtige Rolle. Sie reizen die Larven zum Schlüpfen, ohne ihnen aber selbst als Wirtspflanzen zu dienen, und verringern so mehr oder minder stark die Verseuchung.[3]) Die Einschaltung der Feindpflanzen in die Fruchtfolge stellt also ein biologisches Bekämpfungsverfahren dar, das an anderer Stelle dieses Bandes zu besprechen ist. Gleichzeitig ist in ihm jedoch eine zwar auch zur Pflanzenhygiene gehörige, aber als Bodenentseuchung zu bezeichnende Maßnahme zu sehen, die ebenfalls hier nicht zu erörtern ist. Eine pflanzenhygienische Kulturmaßnahme dagegen kann man in der Wahl der Fruchtfolge insofern erblicken, als die Standortsbedingungen für die Rübe in einer bestimmten Richtung verbessert werden. Hiernach wird auch ohne weiteres klar, daß Aussetzen des Anbaus von Fruchtarten auf verseuchtem Boden zum Zwecke der Aushungerung und damit zur Vernichtung des Parasiten nicht zu den Kulturmaßnahmen zu rechnen ist.

Als pflanzenhygienische Kulturmaßnahme gegen parasitäre Erkrankungen vermag die Fruchtfolge zunächst einmal stärkeren Schädigungen vorzubeugen, was in den zahlreichen Fällen von Bedeutung ist, in welchen der Krankheitserreger im Boden vorhanden ist. Rostrup und Thomsen[4]) erwähnen z. B., daß stärkere Schädigungen durch *Heterodera Schachtii subsp. rostochiensis*

[1]) Crüger, O., Schwarzbeinigkeit des Weizens. Superphosphat **6**, 1930, 206—207.

[2]) Blunck, H., Die Umstellung im Getreidebau und die Pflanzenkrankheiten. Mitt. Deutsche Landw. Ges. **48**, 1933, 288.

[3]) Roemer, Th., Handbuch des Zuckerrübenbaus. Berlin 1927, S. 300.

[4]) Rostrup, S. und Thomsen, M., Die tierischen Schädlinge des Ackerbaues. Berlin 1931, S. 38.

nur dann zu erwarten sind, wenn Kartoffeln mehrere Jahre hintereinander auf demselben Platz gebaut werden, und Goffart[1]) meint geradezu, der Kartoffelnematode träte nur dort als Schädling auf, wo ein allzu häufiger Kartoffelbau ohne genügenden Fruchtwechsel stattfinde. Das Gleiche trifft für zahlreiche andere Schädlinge zu. Nur bei starker Anreicherung durch fortgesetzten Anbau kommt es zu schweren Schädigungen. Eine normale Entwicklung der Pflanzen ist dagegen hinreichend gewährleistet, wenn einer zu starken Anreicherung des Parasiten durch Fruchtwechsel vorgebeugt wird. Wenn Hollrung[2]) dabei ganz allgemein meint, im Lichte der Pflanzenheilkunde betrachtet, sei eine Fruchtfolge dann als zweckmäßig zu betrachten, wenn in ihr die besonderen Nährpflanzen eines gegebenen Schädigers im Laufe von vier Jahren höchstens einmal erscheinen, so kann diese Auffassung wohl als Richtlinie dienen. Im einzelnen bedarf aber die besondere Lebensweise des Erregers weitgehende Berücksichtigung.

Für die Durchführung des Fruchtwechsels ist nun wieder von ausschlaggebender Bedeutung, ob es sich um einen in seiner Wirtswahl eng begrenzten Schädling handelt oder um einen mehr oder minder plurivoren. Je mehr er auf bestimmte Wirtspflanzen spezialisiert ist, um so leichter wird sich der Fruchtwechsel durchführen lassen. Es kommt ja dann nur darauf an, die gefährdete Fruchtart nicht zu häufig wiederkehren zu lassen, während an geeigneten Fruchtarten für die Zwischenzeit kein Mangel ist.

So geben Stewart und Bateman[3]) an, daß bei Fruchtwechselversuchen in Utah die Ausschaltung des Rübenbaus auf nematodenverseuchtem Boden in einem Jahr eine leichte, in zwei Jahren eine bedeutende, in drei Jahren eine noch größere Ertragssteigerung zur Folge hatte und nach vier rübenfreien Jahren die Frucht wie auf einem gesunden Felde gedieh. Längere Zwischenräume vermochten den Ertrag nicht weiter zu steigern, so daß man nach diesen Versuchen in einer achtjährigen Rotation zweimal Rüben anbauen dürfte. Dieser Erfolg erklärt sich daraus, daß, wie neuerdings durch eingehende Untersuchungen[4]) festgestellt worden ist, im allgemeinen jede Heteroderenrasse nur Pflanzen ihres Wirtspflanzenkreises befällt, d. h. die Rübenrasse nur Chenopodiaceen und Cruciferen, die Haferrasse nur Gramineen, die Kartoffelrasse nur Kartoffeln und Tomaten. Unter gewissen Verhältnissen scheint allerdings eine Erweiterung der Wirtspflanzenkreise möglich zu sein, indem die bisherige Konstanz der Rassen von einigen Individuen durchbrochen wird, die auch an außerhalb des Wirtspflanzenkreises stehenden Pflanzen zur Zystenbildung kommen können. Goffart[5]) sieht deshalb in einem Überhandnehmen von pflanzenschädlichen Nematoden stets ein Zeichen unzweckmäßiger Fruchtfolge und bezeichnet eine gute Fruchtfolge als den besten Helfer im Kampf gegen die Nematodengefahr, für deren Einrichtung im einzelnen er ausführliche Ratschläge gibt.[6]) Ähnlich liegen die Verhältnisse bei der anderen Älchengattung *Tylenchus*,

[1]) Goffart, H., Über die Biologie und die Bekämpfung des Kartoffelnematoden *(Heterodera schachtii Schmidt)*. Arb. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstw. **21**, 1934, 105.

[2]) Hollrung, M., Die Mittel zur Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten. 3. Aufl. Berlin 1923, S. 54.

[3]) Stewart, G. and Bateman, A. H., Field studies of sugar beet nematode. Utah Agr. Exp. Sta. Bul. 195, 1926.

[4]) Goffart, H., Untersuchungen am Hafernematoden *Heterodera schachtii Schm.* III. Beitrag zu: Rassenstudien an *Heterodera schachtii Schm.* Arb. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstw. **20**, 1932, 19.

[5]) Goffart, H., Praktische Ergebnisse der neueren Forschungen über den Rüben- und Hafernematoden. Mitt. Deutsche Landw. Ges. **48**, 1933, 1029.

[6]) Goffart, H., Rübennematoden und verwandte Formen: Hafer- und Kartoffelnematoden. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstw. Flugblatt 11, 1932.

deren Spezies *T. dipsaci* die landwirtschaftlich wichtigen Rassen Klee-, Luzerne- und Stockälchen umfaßt. Die Versuche von Rostrup[1]) haben gezeigt, daß zwar selbst eine sehr lange Fruchtfolge vor Befall durch das Kleeälchen nicht zu schützen vermag, wohl aber im Vergleich zur kurzen Fruchtfolge diesen bedeutend herabzusetzen vermag. Den an sich gesunden Bestrebungen auf Ausdehnung des deutschen Ölfruchtbaues gegenüber warnt Rademacher[2]) vor seiner planlosen Wiedereinführung, da dadurch die Schädlinge der Ölfrüchte in wenigen Jahren sich auf einen den Ernteertrag gefährdenden Bestand vermehren würden. Er schlägt vor, daß der Anbau nach einem bestimmten Plan gegendenweise für ein bis höchstens zwei Jahre zugelassen wird und dann für die gleiche Zeit dort gänzlich unterbleibt.

Je weniger der Parasit in seiner Wirtswahl begrenzt ist, um so schwieriger wird es, die Fruchtfolge so zu gestalten, daß sie einer Anreicherung des Schädlings vorbeugt, da naturgemäß dann immer mehr Pflanzenarten ausscheiden müssen, die zwischen den anfälligen angebaut werden können.

Wenn z. B. Fruchtwechsel zur Milderung der Schäden von *Rhizoctonia violacea* an Luzerne empfohlen wird, so macht demgegenüber Hiltner[3]) mit Recht darauf aufmerksam, daß der Pilz nicht nur auf Klee und anderen Hülsenfrüchten, sondern auch auf Kartoffeln, Rüben, Möhren und anderen Pflanzenarten vorkommt, so daß demnach nur der Anbau von Getreide in Frage kommt.

Die Anreicherung braucht nun keineswegs nur durch die mehr oder minder dichte Folge von Wirtspflanzen bedingt zu sein, sondern kann auch in andersartiger Begünstigung der Entwicklung der Schädlinge ihren Grund haben.

So beobachtete Jaroslawzew)[4], daß Felder mit drei- und vierjährigem Kleeschlag eine Vermehrung von Drahtwürmern, Schnaken und Ackerschnecken begünstigen und zu ihrer Anhäufung in der Fruchtfolge führen. Diese Anreicherung führt er auf die günstigen ökologischen Verhältnisse im Kleeschlag zurück, dichte Grasbodendecke, Verfilzung des Bodens und erhöhten Feuchtigkeitsgehalt im oberen Bodenhorizont. Er empfiehlt daher eine nur zweijährige Nutzung des Kleeschlages, um dadurch die Möglichkeit einer Schädlingsvermehrung zu verringern.

Neben der Verhütung der Anreicherung kann uns eine zweckmäßige Fruchtfolge in den Stand setzen, dem Auftreten mancher Parasiten überhaupt vorzubeugen.

Es ist bekannt, daß *Hylemyia coarctata* ihre Eier nur in offenen Boden ablegt. Die Fliege tritt deshalb in solchen Getreideschlägen am meisten auf, die nach Brache, Frühkartoffeln, Raps, Rübsen und ähnlichen das Feld früh räumenden oder auch das Feld spät[5]) schließenden Früchten wie Steckrüben stehen. Deshalb warnen Becker und Blunck[6]) vor dem Anbau des Roggens nach Schwarzbrache, Kohlrüben, Buchweizen und Frühkartoffeln, während Rostrup und Thomsen[7]) empfehlen, die Winterung nach Futter-, Zucker- oder Mohrrüben zu bringen.

---

[1]) Rostrup, S., Forsog vedrorende Kloveraalens *(Tylenchus devastatrix)*. Levedygtighed i renbrakket Jord og nogle andre Undersogelser angaaende Kloveraal. Tidsskrift for Planteavl **32**, 1926, 726—774.

[2]) Rademacher, B., Gedanken zu der geplanten Ausdehnung des Ölfruchtbaues vom Standpunkt des Pflanzenschutzes. Mitt. Deutsche Landw. Ges. **48**, 1933, 520.

[3]) Hiltner, L., Pflanzenschutz. 2. Aufl. Stuttgart 1926, S. 190.

[4]) Jaroslawzew, G. M., Einfluß des Kleeschlages in der Fruchtfolge auf die Schädlingsvermehrung. Reports on appl. Entom. **4**, 1930, 319—334.

[5]) Appel, O., Getreidekrankheiten. 1931, Tafel 3.

[6]) Becker, I. und Blunck, H., Die Getreideblumenfliege in ihren Beziehungen zu Nässe, Bodenart und Vorfrucht. Landw. Wochenbl. f. Schlesw.-Holst. **77**, 1927, 1129—1133.

[7]) Rostrup, S. und Thomsen, M., Die tierischen Schädlinge des Ackerbaues. Berlin 1931, S. 313.

Demgegenüber betonen freilich Crüger und Körting[1]), daß nicht eine bestimmte Vorfrucht an sich als gefährlich hinsichtlich des Brachfliegenbefalls zu betrachten ist, sondern daß es dabei lediglich auf den Zustand des Feldes zur Zeit der Eiablage ankommt. Wenn Becker und Blunck angeben, daß die Getreideblumenfliege nach Halmfrucht im allgemeinen nur wenig zu fürchten ist, so konnten Crüger und Körting das Gegenteil feststellen, weil in den von ihnen untersuchten Fällen die Roggenstoppeln vor der Eiablage geschält waren. *Tylenchus tritici* lebt in Weizenkörnern, mit denen es teilweise bei der Ernte aus Ausfallkorn aufs Feld gelangt und nun, wenn wieder Weizen folgt, diesen aufs neue befallen kann. Andernfalls gehen die Älchen zugrunde, da sie bei eintretender Feuchtigkeit wieder aufleben und verhungern.[2]) Von größter Bedeutung ist die Vorfrucht für den Befall des Hafers mit *Tarsonemus spirifex*. Nach Beobachtungen in Nordschleswig genügt Gemenge als Vorfrucht, um Milbenbefall zu verursachen, während Dreschhafer fast nie Befall aufweist.[2])

Das Beispiel des Milbenbefalls bei Hafer weist noch auf andere Zusammenhänge hin, die für die Gestaltung der Fruchtfolge von großer Bedeutung werden können.

Rostrup und Thomsen teilen eine Beobachtung mit, nach welcher ein Haferschlag in einer Zone längs der Außenkante und 10—12 m in den Schlag hinein auf der Seite, wo er an ein vorjähriges Haferfeld angrenzte, starken Befall aufwies, während dieser dort, wo ein 1,5 m breiter, rein gehaltener Weg, ohne Pflanzenwuchs das Haferfeld von einer vorjährigen Weide trennte, deutlich schwächer war. Die Milben können also in Stoppelfeldern nach Hafer und Hafergemenge überwintern und leben, bis sie im nächsten Sommer in die neuen Haferfelder einwandern.

Wir müssen demnach nicht nur die Nacheinanderfolge der Früchte beachten, sondern gleichzeitig auch die Nebeneinanderfolge und durch zweckentsprechende Gestaltung der letzteren ungünstigen Nachbarwirkungen vorbeugen.

Molz[3]) macht z. B. darauf aufmerksam, daß mit Frühkartoffeln bepflanzte Felder die Ansteckung der angrenzenden Spätkartoffeln mit *Phytophthora infestans* begünstigen, und daß an Erbsenpläne angrenzende Luzernefelder nach Aberntung der Erbsen durch von diesen einwandernde Blattrandkäfer geschädigt werden. Baunacke[4]) empfiehlt Vermeidung des Rapsbaus in nächster Nähe von Feldern, die stark von *Meligethes aeneus* befallen gewesen sind. Bei Auftreten von *Zabrus tenebroides* ist nach Möglichkeit auch auf den angrenzenden Schlägen im nächsten Jahr der Anbau von Getreide zu vermeiden. Ein besonders anschauliches Beispiel für den Einfluß des Nachbarbaus auf das Auftreten von Krankheiten bildet der Übergang von *Erysiphe graminis* und *Puccinia glumarum* von Winter- auf Sommergerste und umgekehrt, wobei der dadurch verursachte Frühbefall mit Mehltau sich besonders nachteilig im ersteren Fall auswirkt, während die Wintergerste nicht so stark darunter leidet. Früher wurde bereits erwähnt, daß man in Dänemark die völlige Einstellung des Wintergerstenbaus empfohlen hat. Pape und Rademacher[5]) weisen demgegenüber darauf hin, daß man sich bei der hohen Wertschätzung, welche die Wintergerste in Deutschland genießt, zur Aufgabe ihres Anbaus auch in den gefährdeten Gebieten nicht entschließen wird, eher sogar den Sommergerstenbau einschränken wird. Es bleibt dann nur der Weg, daß man be-

---

[1]) Crüger, O. und Körting, A., Über die Eiablage der Getreideblumenfliege und die unmittelbare Voraussage ihres Schadauftretens. Ztschr. f. Pflanzenkrankh. und Pflanzenschutz **41**, 1931, 59.

[2]) Rostrup, S. und Thomsen, M., Die tierischen Schädlinge des Ackerbaues. Berlin 1931, S. 25, 319.

[3]) Molz, E., Über die Züchtung widerstandsfähiger Sorten unserer Kulturpflanzen. Ztschr. f. Pflanzenzüchtung **5**, 1917, 170.

[4]) Nach Hiltner, L., Pflanzenschutz. 2. Aufl. Stuttgart 1926, S. 50.

[5]) Pape, H. und Rademacher, B., Erfahrungen über Befall und Schaden durch den Getreidemehltau *(Erysiphe graminis DC)* bei gleichzeitigem Anbau von Winter- und Sommergerste. Angew. Botanik **16**, 1934, 245.

nachbarten Anbau der beiden Gerstenformen nach Möglichkeit vermeidet, wobei die beiden Autoren die Frage noch offen lassen, wie weit die Sommergerste von der Wintergerste entfernt sein muß, um vor starken Frühinfektionen sicher zu sein. Interessante Untersuchungen über die Gefahr der Nachbarschaftswirkung im Obstbau verdanken wir Wiesmann.[1]) Danach bilden die drei Birnensorten „Diels Butterbirne", „Pastorenbirne" und „Theilersbirne" eine starke Schorfinfektionsquelle für die Sorte „Gute Luise", während umgekehrt stark infizierte Bäume der beiden letzten Sorten für die beiden ersten nur eine geringe Infektionsgefahr bedeuten.

Die Nebeneinanderfolge der Fruchtarten leitet schließlich über zu der Frage des Gemengebaues, bei dem die einzelnen Fruchtarten nicht mehr getrennt nebeneinanderstehen, sondern gewissermaßen ineinander geschoben sind und so ein Gemenge von Arten darstellen. Bekanntlich haben Forstmänner und Zoologen schon immer darauf hingewiesen, daß die Ursache für die großen Schädlingskalamitäten im Waldbau in der Monokultur zu suchen sei, d. h. der Anpflanzung von Wäldern, die ganz überwiegend aus nur einer einzigen Baumart bestehen. Das gilt namentlich für reine Nadelwälder.

Im Weinbau stellt sich nach Friederichs[2]) die chronische Raupenplage (Traubenwickler) in der Pfalz unzweifelhaft als Folge von Monokultur dar.

Friederichs kommt zu dem Schluß, daß Beseitigung der Monokultur — wenn sie allgemein möglich wäre — die Schädlingsplagen nicht aus der Welt schaffen, sondern nur einschränken könnte. Wir sollten uns dieses Mittels bedienen; die Anwendung anderer Mittel daneben sei aber bei dem gegenwärtigen Stand unserer Kenntnis auch im Walde unentbehrlich und stehe in Feld und Garten vorläufig praktisch im Vordergrund. Hier weist ja die Monokultur gegenüber derjenigen im Wald- und Weinbau den wesentlichen Unterschied auf, daß sie überwiegend nur auf eine Vegetationsperiode beschränkt ist. Trotzdem sieht man auch hier schon seit langem als einen der Hauptvorzüge der Gemengesaat eine größere Sicherheit der Erträge an, die nicht zum wenigsten auf die geringere Gefährdung durch Pflanzenkrankheiten zurückgeführt wird.

Wollny[3]) meint 1885 in Anlehnung an Werner: „Die Gemengesaaten garantieren eine häufigere Wiederkehr auf demselben Felde, als dies bei Reinsaaten vieler derselben möglich wäre, weil sämtliche Momente für die Unverträglichkeit der Pflanzen mit sich selbst bei den Gemengesaaten auf ein Minimum reduzieren, infolgedessen ein öfterer Anbau sonst mit sich unverträglicher Gewächse im Gemenge statthaft ist. Tierische oder pflanzliche Feinde fügen den Gemengesaaten einen weniger erheblichen Schaden als den Reinsaaten zu, weil die einer bestimmten Pflanzenspezies nachteiligen Feinde die anderen unberührt lassen. Wird aber durch die teilweise Vernichtung einer Pflanzenart des Gemenges der Bestand weniger dicht, so gewinnen die übrigen Pflanzen Raum, sich kräftiger zu entwickeln und ersetzen daher zum Teil den Ausfall. Demnach werden die den einzelnen Pflanzenspezies nachteiligen Krankheiten in den Gemengen in mehr oder weniger engen Grenzen gehalten, so daß der durch sie verursachte Schaden im allgemeinen geringer wird."

---

[1]) Wiesmann, R., Untersuchungen über Apfel- und Birnenschorfpilz *(Fusicladium dentriticum [Wallr.] Fchl.* und *Fusicladium pirinum [Lib.] Fchl.)*. Landw. Jahrbuch d. Schweiz **45**, 1931, 109—156.

[2]) Friederichs, K., Die Grundfragen und Gesetzmäßigkeiten der land- und forstwirtschaftlichen Zoologie, insbesondere der Entomologie. Bd. 2. Berlin 1930, S. 105.

[3]) Wollny, E., Saat und Pflege der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Berlin 1885, S. 588.

Einwandfreie Angaben über diese Wirkung des Gemengebaues liegen allerdings kaum vor. Reinmuth[1]) hat neuerdings berichtet, daß in Reinsaat gebauter Hafer stärker unter *Oscinis frit* zu leiden hatte als im Gemenge mit Gerste gebauter, demnach eine Befallsverminderung durch die Gersteneinsaat wohl eintritt, dagegen in der Literatur erwähnte Beobachtungen nicht zutreffen, denen zufolge die Fritfliege Haferbestände, in welche Gerste eingesät ist, meiden soll. Kleine[2]) sieht in der Einsaat der Erbsen in ein Gemenge von Hafer und Gerste das einzige und durchschlagende Mittel zur Herabdrückung des Schadens durch *Grapholita dorsana*, während Nicolaisen[3]) den Wert dieser Maßnahme in Frage stellt.

Eine andere Form des Gemengebaues ist die Zwischenkultur, wie sie versuchsweise beim Mais gegen das Auftreten von *Pyrausta nubilalis* zur Anwendung gelangt ist.

Kunike[4]) hat bei Anbau von Kartoffeln zwischen den Maispflanzen starken Rückgang im Befall feststellen können. Das ist aber nur der Fall, wenn in nächster Nähe genügend reine Maiskulturen dem Falter zur Eiablage zur Verfügung stehen. Findet er dagegen in einem Anbaugebiet nur Zwischenkulturen, so erfolgt an deren Maispflanzen normale Eiablage und Schädigung.

Ist demnach die Zwischenkultur unter bestimmten Voraussetzungen geeignet, der Erkrankung der Pflanzen vorzubeugen, so kann sie unter Umständen aber auch dem Schädlingsbefall nicht nur nicht entgegenarbeiten, sondern ihn sogar erst verursachen oder steigern.

So beobachtete Mally[5]) nach Unterpflügen von grünen Erbsen im Obstgarten, die von *Chlorida obsoleta* stark befallen waren, schwere Schädigungen an den Birnbäumen.

2. Sortenwahl

Ist die Fruchtfolge festgelegt, so handelt es sich weiter darum, innerhalb der einzelnen Fruchtarten eine Auswahl nach bestimmten Gesichtspunkten zu treffen. Es wurde früher ausgeführt, daß ein dem ökologischen Optimum der Pflanze möglichst weitgehend entsprechender Standort weniger durch Wahl des letzteren als durch Auswahl ihm angepaßter Pflanzen anzustreben ist. Standortsberücksichtigung und Sortenwahl greifen insofern auf das engste ineinander und lassen sich nicht voneinander trennen; eins ist ohne das andere nicht denkbar. Die Gesichtspunkte, welche in Zukunft mehr in den Vordergrund zu rücken sind, um durch Sortenwahl dem ökologischen Optimum möglichst nahe zu kommen, sind bei der Standortsberücksichtigung eingehend dargelegt worden und brauchen deshalb hier nicht nochmals erörtert zu werden.

Dort ist auch eine weitere wichtige Aufgabe der letzteren erwähnt worden, die darin besteht festzustellen, wie weit ein Standort die Entwicklung von

---

[1]) Reinmuth, E., Die Beeinflussung des Fritbefalls durch Umwelt und Kultur. Ztschr. f. Pflanzenkrankh. **44**, 1934, 185.

[2]) Kleine, R., Wie läßt sich der Fraß von *Grapholita dorsana* vermeiden? Ztschr. f. angew. Entomol. **8**, 1922, 116.

[3]) Nicolaisen, W., Der Erbsenwickler, *Grapholita (Cydia, Laspeyresia) sp.*, sein Schaden und seine Bekämpfung unter besonderer Berücksichtigung der Anfälligkeit verschiedener Hafersorten. Kühn-Archiv **19**, 1928, 246.

[4]) Kunike, G., Das Auftreten des Maiszünslers *(Pyrausta nubilalis Hbn.)* im Boden im Jahre 1928. Arb. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstw. **18**, 1931, 390—391.

[5]) Mally, C. W., A factor in green manuring. Journ. Dept. Agric. So. Africa **3**, 1921, 129—224.

Parasiten begünstigt, um dadurch die Möglichkeit zu gewinnen, ihn gegebenenfalls von vornherein nicht zum Anbau heranzuziehen. Ein derartiges Vorgehen kann freilich auf große Schwierigkeiten stoßen, wenn ein solcher Standort gleichzeitig für die Pflanze besonders günstige Entwicklungsbedingungen bietet. Das trifft möglicherweise für die echten Seuchen zu. Sie scheinen am verheerendsten im ökologischen Optimum der Pflanze aufzutreten. Die Verhütung der Erkrankung nur durch Standortsberücksichtigung kann in solchen Fällen zur Unmöglichkeit werden. Die Kartoffel scheint hierfür ein anschauliches Beispiel zu bieten. Merkenschlager[1]) bemerkt, wie schon erwähnt, „daß die Phytophthora-Seuche der Kartoffel in ihrem Lebensraum weitgehend mit dem ökologisch gesündesten Lebensraum der Kartoffel zusammenfällt und daß die Degenerationsgebiete weniger von dieser echten Seuche ergriffen werden." Wenn das zutrifft, dann würden wir, wenn wir die Kartoffel in ihrem ökologischen Optimum nicht zum Anbau bringen wollten, um dem Befall durch *Phytophthora infestans* vorzubeugen, sie in erhöhtem Maße der Gefahr des Abbaues aussetzen.

Der Anbau im ökologischen Optimum kann also, so wertvoll er ist, der Pflanze nur einen bedingten Schutz gewähren. Dazu kommt, daß wir in vielen Fällen auch an einem ökologisch ungünstigeren Standort auf die Kultivierung mancher Pflanzenarten nicht verzichten können, weil sie nicht zu ersetzen sind. Hier bietet uns nun die Sortenwahl noch unter einem anderen Gesichtspunkt wertvollste Hilfe. Wir wissen, daß die einzelnen Sorten unserer Kulturpflanzenarten nicht nur in ihren Standortsansprüchen weitgehende Unterschiede aufweisen, sondern auch in ihrer Anfälligkeit bzw. Widerstandsfähigkeit gegenüber den verschiedenartigsten Schädigungsursachen. In der Ausnutzung dieser Unterschiede liegen für die Pflanzenhygiene in ihren Auswirkungen nicht zu übersehende Möglichkeiten. Denn heute handelt es sich nicht mehr allein darum, die einmal vorhandenen und erkannten Unterschiede der Anfälligkeit in den Dienst des Pflanzenschutzes zu stellen; vielmehr hat die Immunitätszüchtung sie seit langem zur Grundlage ihrer Arbeit gemacht und ist unablässig bemüht, Sorten zu schaffen, welche hinter der Leistungsfähigkeit der bisher angebauten nicht zurückstehen, mit dieser aber die Widerstandsfähigkeit gegen die wichtigsten Krankheiten verbinden. Molz[2]) nennt die Züchtung widerstandsfähiger Sorten einen Ausweg von geradezu überragender Wichtigkeit, weil sie uns in die Lage setzen, den Kampf gegen schädliche Einwirkungen aller Art mit Erfolg aufnehmen zu können ohne Erhöhung der Produktionskosten und ohne jegliche Störung des Wirtschaftsbetriebes. Welche Wege zur Erreichung dieses Zieles einzuschlagen sind, ist an anderer Stelle dieses Handbuchs[3]) ausführlich besprochen. Hier ist lediglich darzulegen, wie weit wir gegenwärtig in der Lage sind, durch Auswahl der Sorten nicht nur nach ihren Standortsansprüchen,

---

[1]) Merkenschlager, F., Neue Untersuchungen über die Ursachen der Degeneration der Kartoffel (Kartoffelabbau). Forschungen u. Fortschritte **8**, 1932, 58.

[2]) Molz, E., Über die Züchtung widerstandsfähiger Sorten unserer Kulturpflanzen. Ztschr. f. Pflanzenzüchtg. **5**, 1917, 121.

[3]) Köhler, E., Die Züchtung immuner Sorten. In diesem Band.

sondern auch nach ihrer Widerstandsfähigkeit gegenüber Schädigungsursachen die gesunde Entwicklung unserer Kulturpflanzen sicherzustellen.

Dabei kann es sich nicht um eine möglichst restlose Aufzählung aller bisher nachgewiesenen Fälle handeln unter namentlicher Aufführung der anfälligen und widerstandsfähigen Sorten. Abgesehen von den Schwierigkeiten, die sich einem solchen Vorhaben entgegenstellen würden, wäre eine derartige Aufzählung auch von zweifelhaftem Wert, da die Entwicklung durch die Arbeit der Immunitätszüchtung dauernd im Fluß ist. Ständig tauchen neue Sorten auf, während alte ihre Anbauwürdigkeit mit der zunehmenden Leistungsfähigkeit der neuen verlieren. Außerdem wird der Anbauwert einer Sorte durch eine ganze Anzahl von Eigenschaften bestimmt, deren Wert gegenüber demjenigen der Krankheitsresistenz genau abzuwägen ist. Die Entscheidung wird sich weitgehend nach den Standortsverhältnissen richten. Dabei spricht auch mit, wie weit andere Bekämpfungsmöglichkeiten gegeben sind. So weist Gassner[1]) darauf hin, daß die Verwendung steinbrandimmuner Weizensorten an sich natürlich wünschenswert ist, andererseits aber nicht unbedingt notwendig, da wir in der Beizung ein verhältnismäßig einfaches und sicheres Bekämpfungsmittel haben. Die Resistenz kann unter Umständen auch nur bedingten Wert besitzen, indem sie die Pflanze durchaus nicht an allen Standorten gegen Parasitenbefall zu schützen braucht. Es sei nur an das Vorkommen biologischer Rassen erinnert. Und schließlich kann der Nachweis der Resistenz in vielen Fällen keineswegs als hinreichend gesichert angesehen werden, da eine einwandfreie Beurteilung oft nur auf Grund des Infektionsversuches möglich ist.

Deshalb können hier nur Angaben grundsätzlicher Art gemacht werden, die als Richtlinien bei der Wahl der Sorten unter Berücksichtigung ihrer Krankheitsresistenz dienen können.

Zunächst einmal sind eine ganze Reihe anatomisch-morphologischer Eigentümlichkeiten bekannt, die der Pflanze einen gewissen Schutz gegen Schädigungsursachen zu gewähren vermögen und in denen die Sorten einer Art mehr oder minder ausgeprägte Unterschiede erkennen lassen. Von diesen sind unter dem hier zu betrachtenden Gesichtspunkt diejenigen von besonderem Wert, die makroskopisch leicht erkennbar sind, da sie uns in den Stand setzen, die Eignung einer Sorte zum Anbau in Gegenden zu beurteilen, in denen sie bestimmten Schädigungsursachen in besonderem Maße ausgesetzt sind.

Schon der Habitus einer Sorte vermag ihr einen gewissen Schutz gegen solche zu bieten.

In Lagen, in denen Frühfröste die Runkelrübe gefährden, wird man durch Auswahl blattreicherer Sorten bis zu einem gewissen Grade Schäden vorbeugen können.[2]) Andererseits kann aber auch größerer Blattreichtum und geschlossener Wuchs die Entwicklung von Parasiten wie *Phytophthora infestans* begünstigen, indem Bestände solcher Sorten die Entstehung und Aufrechterhaltung feuchtigkeitsgesättigter Atmosphäre fördern. Auch die unter anderem von der Blattstellung und -form abhängige Schnelligkeit, mit welcher die Blätter nach Tau oder Regen das Wasser ablaufen lassen, spielt in dieser Hinsicht eine wichtige Rolle. Der Anbau aufrecht stehender Sorten von *Lactuca sativa*, *Solanum lycopersicum* und *Phaseolus vulgaris* erschwert die Infektion durch *Rhizoctonia*.[3]) Ebenso werden die Sorten der Stangenform von *Phaseolus* weniger durch *Gloeosporium Lindemuthianum* befallen als solche der Buschform, weil letztere dem Parasiten viel günstigere Entwicklungs- und Infektionsbedingungen bieten.[4]) Kurze, gut aufrechte, sperrige Wuchstypen der Erbse

[1]) Gassner, G., Pflanzenkrankheiten. Handbuch d. Landw. Bd. 2. 1929, S. 472.
[2]) Hiltner, L., Pflanzenschutz. 2. Aufl. Stuttgart 1926, S. 258.
[3]) Braun, H., Der Wurzeltöter der Kartoffel. *Rhizoctonia solani K.* Berlin 1930, S. 98.
[4]) Schaffnit, E. und Böning, K., Die Brennfleckenkrankheit der Bohnen. Forsch. a. d. Gebiet der Pflanzenkrankheiten u. d. Immunität im Pflanzenreich. I. Mitt. 1925, 167.

zeigen den geringsten, hohe, massenwüchsige Sorten den höchsten Befall durch den Erbsenwickler.[1])

Bei den Getreidearten wird der Habitus auch weitgehend durch Bestockung bestimmt. Diese soll bei Fritfliegenschäden eine gewisse Bedeutung haben. In der energischen Bestockung mancher Gerstensorten bei gleichzeitiger Entwicklung mehrerer Halme sieht Koslowa[2]) eine in dieser Hinsicht wertvolle Eigenschaft. Das bestätigt Scharnagel[3]) auch für den Hafer, bei dem einzelne Sorten sich durch größere Regenerationskraft auszeichneten d. h. durch die Fähigkeit, sich durch die Bildung neuer Seitentriebe von der Beschädigung zu erholen und diese neugebildeten Triebe rasch und kräftig zur Entwicklung zu bringen. Aufhammer[4]) hat allerdings einen Zusammenhang zwischen Fritfliegenbefall und durchschnittlicher Bestockung der Gerstensorten nicht ermitteln können; dagegen zeigten Sorten mit blattreicher Jugendentwicklung weniger Befall. Hiltner[5]) rät, gegen Befall des Getreides durch *Mayetiola destructor* Sorten mit kräftigem Halm zu bevorzugen, da sie weniger gern von der Hessenfliege angegangen werden. Zwölfer[6]) hat gefunden, daß dickstenglige Maissorten widerstandsfähiger gegen die Angriffe der Raupe von *Pyrausta nubilalis* sind als dünnstenglige.

Auch Blüte und Frucht selbst sind bei manchen Sorten durch leicht erkennbare Eigentümlichkeiten gegen Parasitenbefall geschützt.

Allgemein bekannt ist der Einfluß, den die Art des Abblühens der Gramineen auf die Infektion durch Pilzparasiten ausübt. Der Anbau von Gerstensorten, die zum *erectum*-Typ gehören, schließt das Auftreten von *Ustilago nuda* fast völlig aus, weil infolge des geschlossenen Abblühens dieser Sorten die Brandsporen nicht auf die Narbe des Fruchtknotens gelangen können. Auf die gleiche Weise erklärt sich nach Fischer und Gäumann[7]) der seltene Befall von geschlossen abblühenden Weizensorten durch *Claviceps purpurea*, während Schaffnit[8]) mit der sortenunterschiedlichen Öffnungsweite der Spelzen die Hiltnersche Beobachtung in Verbindung bringt, daß Landsorten von Roggen mit ihrer schlankeren Ähre weniger von *Fusarium* befallen werden als Hochzuchten, sowie den relativ seltenen oder doch gegenüber dem Roggen unvergleichlich geringeren Befall des Weizens durch den gleichen Parasit, da der Weizen bis zur Reife völlig durch die Spelzen gegen die Atmosphäre abgeschlossen ist. In der Berücksichtigung dieses Merkmals bei der züchterischen Bearbeitung sieht Schaffnit eine Möglichkeit, das Roggenkorn künftig gegen Pilzbefall in höherem Maß zu schützen. In ähnlicher Weise wie die Spelzen können, wie Philipps und Barber[9]) beobachtet haben, beim Mais die Lieschen einen Schutz gegen Tierfraß gewähren. Sie empfehlen den Anbau von Sorten mit dicht anliegenden und sehr langen Lieschen, da diese unter *Heliothis obsoleta* nur wenig zu leiden haben.

---

[1]) Nicolaisen, W., Der Erbsenwickler, *Grapholita (Cydia, Laspeyresia) sp.*, sein Schaden und seine Bekämpfung unter besonderer Berücksichtigung der Anfälligkeit verschiedener Hafersorten. Kühn-Archiv **19**, 1928, 252.

[2]) Koslowa, M. S., Zur Kenntnis der Widerstandsfähigkeit einiger Gerstensorten gegen die Fritfliege. Mitt. über angew. Entomologie **4**, 1930, 483—498. (Referat Deutsche Landw. Rundschau **8**, 1931, 174.)

[3]) Scharnagel, Untersuchungen über die Beschädigung verschiedener Hafersorten durch die Fritfliege. Arb. Biol. Reichsanst. f. Land- u. Forstw. **13**, 1925, 577.

[4]) Aufhammer, G., Fritfliegenbefall an Gerstensorten. Prakt. Blätter f. Pflanzenbau u. Pflanzenschutz **9**, 1931, 7.

[5]) Hiltner, L., Pflanzenschutz. 2. Aufl. Stuttgart 1926, S. 236.

[6]) Zwölfer, W., Untersuchungen zur Biologie und Bekämpfung des Maiszünslers *(Pyrausta nubilalis Hb.)* in Süddeutschland. II. Teil. Arb. Biol. Reichsanst. f. Land- u. Forstw. **17**, 1930, 487.

[7]) Fischer, E. und Gäumann, E., Biologie der pflanzenbewohnenden parasitischen Pilze. Jena 1929, S. 86.

[8]) Schaffnit, E., Der Schneeschimmel und die übrigen durch *Fusarium nivale Ces.* hervorgerufenen Krankheitserscheinungen des Getreides. Landw. Jahrb. **43**, 1912, 595.

[9]) Philipps, E. W. and Barber, G. W., The corn earworm as an enemy of field corn in the eastern states. U. S. Dep. Agric. Farm. Bul. Nr. 1651. Washington 1931, 15.

Auf eine für den Schutz der Weinbeeren gegen den Befall durch *Botrytis cinerea* wertvolle sorteneigentümliche Eigenschaft hat Molz[1]) aufmerksam gemacht. Nach seinen Angaben leiden diejenigen Sorten, deren Schale bei Regenwetter leicht platzt, stark unter der durch diesen Parasiten verursachten Graufäule.

Schließlich sei noch auf die Behaarung als Schutz gegen Tierfraß hingewiesen.

Hierfür führt Molz[1]) zwei Beispiele an, die sich allerdings nicht auf unterschiedliches Verhalten von Sorten, sondern von Arten beziehen. *Agriolimax agrestis* greift den stark behaarten Inkarnatklee nicht an, wohl aber den nicht behaarten Rotklee, während *Phyllodecta spec.* vornehmlich die Weidenarten mit glatten Blättern befressen.

Unter den physiologischen Eigenschaften spielt für den Parasitenbefall, wie früher bei Besprechung der Düngung bereits gezeigt wurde, der Entwicklungsrhythmus eine große Rolle. Da er für jede Sorte mehr oder minder charakteristisch ist, können wir auch durch Berücksichtigung dieses Merkmals bei der Sortenwahl künftiger Erkrankung unter Umständen wirksam vorbeugen.

Hohe Keimschnelligkeit und Triebkraft[2]) befähigen die Pflanze, das besonders gefährdete Jugendstadium schnell zu durchlaufen. Beide werden allerdings durch äußere Faktoren während der Keimung und durch den von diesen ebenfalls abhängigen Saatgutwert so stark beeinflußt, daß man sortentypischen Unterschieden überwiegend keine große Bedeutung beimißt. In einzelnen Fällen dürften aber solche für den Schutz gegen Schädigungen wertvoll sein. So gibt Hiltner[3]) an, daß Sorten, die an höhere Lagen angepaßt sind, meist besonders anfällig gegen Flugbrand sind, was er auf die langsame Entwicklung des jugendlichen Keimlings zurückführt. Seiffert[4]) hat im allgemeinen bei schnellwüchsigen Gerstensorten einen geringeren Befall durch *Ustilago nuda* gefunden. Eine deutliche Korrelation zwischen der Keimungs- und Entwicklungsgeschwindigkeit verschiedener Sommerweizensorten und der Steinbrandanfälligkeit konnte Straib[5]) feststellen. Andere Autoren lehnen das Vorhandensein einer solchen Beziehung freilich ab.

Auch im späteren Entwicklungsverlauf der Pflanze können Unterschiede im Entwicklungsrhythmus von ausschlaggebender Bedeutung für die Erkrankung werden. Ist einerseits das Auftreten des Parasiten zeitlich begrenzt und ist andererseits die Pflanze nur in bestimmten Stadien normaler Prädisposition anfällig, so leuchtet ohne weiteres ein, daß Sorten, die sich in ihrem Entwicklungsrhythmus unterscheiden, der Gefahr des Befalls in ganz verschiedenem Maße ausgesetzt sein müssen.

Ein typisches Beispiel bietet die Schädigung des Getreides durch *Chlorops taeniopus*. Dieser Parasit vermag seine Eier an ersterem nur abzulegen, solange die Ähre noch im Halm oder zwischen der Blattscheide steckt.[6]) Frühes Ährenschieben wird also den Befall herabsetzen. Das bestätigen folgende von Sappok[7]) gefundene Zahlen.

Sappok bezeichnet deshalb als wichtigste Maßnahme zum Schutz gegen Chloropsbefall die Auswahl früh schossender Weizensorten, die einen raschen Entwicklungsrhythmus zeigen.

---

[1]) Molz, E., Über die Züchtung widerstandsfähiger Sorten unserer Kulturpflanzen. Ztschr. f. Pflanzenzüchtg. **5**, 1917, 144.

[2]) Pieper, H., Saatgut, Keimung, Sortenwert. Handb. d. Landw. Bd. 2. Berlin 1929, S. 274—294.

[3]) Hiltner, L., Pflanzenschutz. 2. Aufl. Stuttgart 1926, S. 118.

[4]) Seiffert, J., Künstliche Blüteninfektionen zur Untersuchung der Empfänglichkeit verschiedener Gerstensorten für *Ustilago hordei nuda* und der Einfluß äußerer Bedingungen auf die Höhe des Brandprozentes. Kühn-Archiv **12**, 1926, 496.

[5]) Straib, W., Untersuchungen über die Ursache verschiedener Sortenanfälligkeit des Weizens gegen Steinbrand. Pflanzenbau **4**, 1927, 135.

[6]) Dieses Handbuch Bd. 5, 4. Aufl. Berlin 1932, S. 15.

[7]) Sappok, H., Wie bekämpft man die Weizenmade? Mitt. Deutsche Landw. Ges. **41**, 1926, 648.

Sorte	Beginn des Schossens	Madenbefall (%)
N. N. II	3. 6.	10
N. N. III	3. 6.	11,7
Berkners Dickk. 55	5. 6.	31
glatter Lohnauer	9. 6.	54
Langs Kronen	9. 6.	56
N. N. I	10. 6.	34
Janetzkis Frühe Kreuzung L	12. 6.	76
Strubes Gen. v. Stocken	13. 6.	62
Heils roter Dickk.	13. 6.	72
Vogels Winter	14. 6.	71
Bergers Dickk.	14. 6.	74
Pflugs Baltikum	18. 6.	75
rauher Lohnauer Dickk.	18. 6.	75
Standard	18. 6.	76
Cimbals Elite Dickk.	18. 6.	84

Diese Beziehung ist von verschiedenen Autoren bestätigt worden. Watzl[1]) warnt geradezu für „Chloropsgegenden" vor der Einführung von hochgezüchteten, aber gegenüber den Landsorten in der Entwicklung zurückbleibenden Weizensorten, solange es nicht gelingt, diese durch besondere Kulturmaßnahmen zu einem frühzeitigen „Spitzen" zu veranlassen und hierdurch die Anfälligkeit zu verringern. Umgekehrt liegen die Verhältnisse für die Weizengallmücken, *Cecidomya aurantiaca* und *C. tritici*. Hier beginnt der Befall, sobald die junge Ähre sich im obersten Blatt zeigt. Infolgedessen weisen die spät schossenden Sorten den geringsten Befall auf.[2]) Deshalb empfiehlt Åkerman[3]) ihren Anbau für die Küstengebiete von Schoonen, da dann die Flugzeit der Schädlinge nicht mit der Zeit des Ährenschiebens zusammenfällt, in welcher der Befall am stärksten ist, während vorher und nachher schossende Sorten ziemlich frei bleiben. Für die übrigen Weizenbaugebiete Schwedens kommt der Anbau spät schossender Sorten nicht in Frage, da sie in der Ernte zu spät sind und auch in der Qualität ungünstig beeinflußt werden würden. Das Beispiel zeigt deutlich, daß eine erfolgreiche Sortenwahl eine genaue Kenntnis der Standortsverhältnisse nach den verschiedensten Richtungen voraussetzt.

In anderen Fällen erfolgt der Befall nur während der Blütezeit. Dann werden zunächst ganz allgemein schnell und gleichmäßig abblühende Sorten weniger stark befallen werden. Der Befall wird aber weiter um so geringer sein, je weniger die Blüte mit dem Auftreten des Parasiten zusammenfällt. Deshalb wird der Anbau früh blühender Sorten gegen Schädigungen des Raps durch *Meligethes aeneus*[4]) und der Erbsen durch den Erbsenwickler[5]) empfohlen.

Die Beachtung der bisher angeführten Gesichtspunkte bei der Sortenwahl vermag, so wertvoll sie unter bestimmten Umständen ist, meist nur einen bedingten Schutz gegen Erkrankung zu gewähren.

---

[1]) Watzl, O., Über die Anfälligkeit verschiedener Weizensorten für die Halmfliege *(Chlorops taeniopus Meig.)*. Ztschr. f. angew. Entomol. **18**, 1931, 152.

[2]) Rostrup, S. und Thomsen, M., Die tierischen Schädlinge des Ackerbaues. Berlin 1931, S. 260.

[3]) Åkerman, A., Vetemyggans Märjninger. Sveriges Utsädesförenings Tidskrift **40**, 1930, 209—294. (Referat Deutsche Landw. Rundschau **8**, 1931, 314.)

[4]) Hiltner, L., Pflanzenschutz. 2. Aufl. Stuttgart 1926, S. 50.

[5]) Nicolaisen, W., Der Erbsenwickler, *Grapholita (Cydia, Laspeyresia) sp.*, sein Schaden und seine Bekämpfung unter besonderer Berücksichtigung der Anfälligkeit verschiedener Erbsensorten. Kühn-Archiv **19**, 1928, 252.

Das zeigt z. B. sehr deutlich die Beobachtung von Zwölfer[1]), daß raschwüchsige Maissorten durch *Pyrausta nubilalis* stärker befallen werden als langsamwüchsige. Mit diesem „Schutz" der letzteren ist nämlich nur so lange zu rechnen, als Sorten von verschieden schnellem Entwicklungsrhythmus in einem räumlich begrenzten Gebiet gleichzeitig angebaut werden. Einheitlicher Anbau langsamwüchsiger Sorten wird dagegen keine Unterschiede mehr erkennen lassen.

Dazu kommt noch, daß durch eine so gerichtete Sortenwahl nur einer beschränkten Zahl von Schädigungsursachen begegnet werden kann, während sie in zahllosen anderen Fällen ohne jeglichen Erfolg bleiben muß. In vielen von diesen bietet nun der Anbau von Sorten, die sich durch „wirkliche" Resistenz auszeichnen, ein wirksames Mittel, um Erkrankungen zu verhüten.

Wie früher erwähnt, unterscheidet Gassner zwischen „wirklicher" und „scheinbarer" Änderung der Resistenz. An anderer Stelle wendet er[2]) diese Unterscheidung auch auf die Resistenz selbst an. Was er damit sagen will, läßt sich am Verhalten der Gerste gegenüber *Ustilago nuda* und von Hafer gegenüber *U. avenae* erläutern. Durch Wegschneiden des oberen Teils der Deckspelze zur Blütezeit konnte Henning[3]) eine Steigerung des Brandbefalls bei den erwähnten *erectum*-Formen von 0,004 % auf 15,4 % erzielen. Die nach künstlicher Öffnung der Blüten infizierten Pflanzen waren also nur scheinbar resistent, indem sie gegen den Befall nur durch die Kleistogamie geschützt wurden. Zu ähnlichen Ergebnissen ist Johnston[4]) durch Entfernung der Hüllspelzen bei Hafer gelangt. Er unterscheidet zwischen mechanischem Schutz und protoplasmatischer Resistenz, was der Gassnerschen Einteilung entsprechen dürfte. Für praktische Zwecke bleibt es in diesen Fällen freilich gleich, ob wir eine scheinbar oder eine wirklich resistente Sorte vor uns haben.

Der Anbau wirklich resistenter Sorten hat gegenüber demjenigen scheinbar resistenter, wenn man von Fällen wie den eben erwähnten absieht, den großen Vorteil, daß er mit viel größerer Sicherheit zum Erfolg führt. Zwar wissen wir heute, daß auch die wirkliche Resistenz bis zu einem gewissen Grade der Beeinflussung durch äußere Faktoren unterliegt. Andererseits hat aber die Besprechung der Düngung als hygienischer Maßnahme bereits gezeigt, daß mit derartigen Einflüssen nur bei solchen Sorten ernstlich zu rechnen ist, die etwa in der Mitte zwischen anfälligen und resistenten stehen; hoch resistente dagegen sind praktisch unabhängig von ihnen. Deshalb ist die Verwendung wirklich resistenter Sorten, wenn sie auch allen anderen Anforderungen genügen, immer zweckmäßig. Häufig bilden sie auch die einzige wirksame Maßnahme zum Schutz der Pflanze. Dabei kann sich die Resistenz sowohl gegen nichtparasitäre wie gegen parasitäre Schädigungsursachen richten.

Es sei zunächst an die unterschiedliche Frosthärte der Sorten erinnert, deren Bedeutung bei Besprechung der Standortsberücksichtigung bereits gewürdigt worden ist. Nicht unerwähnt mag hier auch die bei der Kultur der Zuckerrübe sehr lästige Neigung zum Schossen bleiben. Langjährige Versuche von Roemer[5]) lassen deutlich erkennen, daß durch Züchtung

---

[1]) Zwölfer, W., Untersuchungen zur Biologie und Bekämpfung des Maiszünslers *(Pyrausta nubilalis Hb.)* in Süddeutschland. II. Teil. Arb. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstw. **17**, 1930, 488.

[2]) Gassner, G., Pflanzenkrankheiten. Handb. d. Landw. Bd. 2. 1929, S. 474.

[3]) Nach Hollrungs Jahresbericht über das gesamte Gebiet der Pflanzenkrankheiten **13**, 1910, 27.

[4]) Johnston, C. O., Effects of soil moisture and temperature and of dehulling on the infektion of oats by loose and covered smuts. Phytopathology **17**, 1927, 31—36.

[5]) Roemer, Th., Die Schosserbildung als Sorteneigenschaft. Zuckerrübenbau **13**, 1931, 169—173.

schon Sorten geschaffen sind, die anderen gegenüber auch bei früher Saat deutlich eine wesentlich geringere Schosserneigung zeigen.

Von sog. „physiologischen" Erkrankungen sei hier die Mosaikkrankheit angeführt, die bei den verschiedensten Kulturpflanzenarten auftritt. Durch Züchtung von Zuckerrohrsorten, die sich als widerstandsfähig gegen diese für das Zuckerrohr schädlichste Krankheit erwiesen haben, sind Erträge wie vor allem Ertragssicherheit in einem die Zuckerwirtschaft der ganzen Welt auf das stärkste beeinflussenden Ausmaß gesteigert worden.[1])

Für die Auswahl von Sorten nach ihrer Resistenz gegenüber parasitären Krankheiten sei noch im besonderen betont, daß ein vollkommen sicheres Urteil über ihren diesbezüglichen Wert nur auf Grund einwandfrei durchgeführter Infektionsversuche, wie sie letzten Endes nur im Laboratorium möglich sind, gefällt werden kann. Gerade in der Ausarbeitung eines zuverlässig arbeitenden Infektionsverfahrens liegt für die Immunitätszüchtung oft zunächst die Hauptschwierigkeit, die bislang erst in verhältnismäßig wenig Fällen behoben worden ist. Freilandbeobachtungen haftet naturgemäß immer ein hoher Grad von Unsicherheit an. Eine beredte Sprache reden in dieser Beziehung die zahlreichen Mitteilungen über das unterschiedliche Verhalten der Sorten gegenüber den einzelnen Rostarten. Allerdings kommt hier die Aufteilung der letzteren in biologische Rassen besonders erschwerend hinzu, die aber inzwischen auch für andere Parasiten nachgewiesen worden ist.

Aus der Fülle der in der Literatur vorliegenden Angaben über das Vorkommen resistenter Sorten seien nur einige wenige, hinreichend sicher gestellte Beispiele herausgegriffen, die noch deshalb besonders wichtige sind, weil in diesen Fällen andere Maßnahmen zum Schutz der Pflanze außer dem Anbau resistenter Sorten überhaupt nicht oder nur mit einem unverhältnismäßig hohen Kostenaufwand möglich sind.

Im Getreidebau spielt die Verwendung krankheitsresistenter Sorten bisher nur eine untergeordnete Rolle. Das hat teilweise seinen Grund darin, daß andere wirksame und rentable Bekämpfungsmaßnahmen zur Verfügung stehen; andererseits begegnet hier die Immunitätszüchtung gerade in Fällen, in denen von ihr allein Hilfe zu erwarten ist, wie z. B. gegenüber den Rostpilzen, besonders große Schwierigkeiten. Größere Bedeutung für die Praxis kommt vorerst nur der von Nilsson-Ehle[2]) nachgewiesenen unterschiedlichen Anfälligkeit der Gerstensorten gegenüber dem Hafernematoden zu. Wird Hafer nach Gerste gebaut, so läßt sich durch den Anbau einer hoch resistenten Sorte der letzteren der Befall des ersteren auf ein Minimum herabdrücken.

Ganz anders liegen die Verhältnisse im Kartoffelbau. Das Auftreten von *Synchytrium endobioticum* läßt sich allein durch den Anbau krebsfester Sorten[3]) verhüten, das uns andererseits auch ermöglicht, auf krebsverseuchten Feldern Kartoffeln ohne jede Schädigung zu bauen und dadurch gleichzeitig den Parasit allmählich zum Aussterben zu bringen. Ferner besitzen wir heute schon eine größere Zahl von Sorten, die widerstandsfähig gegen den Schorf sind.[4])

Für den Gemüsebau sei auf die unterschiedliche Widerstandsfähigkeit der Spargelsorten gegen *Puccinia asparagi*[5]) hingewiesen. Im Obstbau läßt sich bis zu einem gewissen Grade dem Befall der Apfelbäume durch *Podosphaera leucotricha*[6]) und der Stachelbeeren durch *Sphaerotheca mors uvae*[6]) durch Berücksichtigung der Sortenresistenz begegnen. Im Weinbau geht man in steigendem Maße dazu über, die Reblausseuchengebiete[7]) auf den Anbau von

---

[1]) Dampf, A., Bibliografia de los principales trabajos relativos al mosaico de la cãna de azúcar que se han publicado a partir del descubrimiento de la enfermedad hasta el año de 1929. Bol. Mens. Ofic. Def. Agric. Estados Unidos Mexicanos **3**, 1929, 186.

[2]) Nach Rostrup, S. und Thomsen, M., Die tierischen Schädlinge des Ackerbaues. Berlin 1931, S. 33.

[3]) Merkblatt Nr. 1 der Biologischen Reichsanstalt für Land- u. Forstwirtschaft. 19. Aufl. 1935.

[4]) Schlumberger, O., Der gewöhnliche Kartoffelschorf. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstw. Flugblatt 103, 1934.

[5]) Dieses Handbuch Bd. III. 5. Aufl. Berlin 1932, S. 81.

[6]) Dieses Handbuch Bd. II. 5. Aufl. Berlin 1928, S. 520, 515.

[7]) Dieses Handbuch Bd. V. 4. Aufl. Berlin 1932, S. 706.

Pfropfreben mit *vastatrix*-unanfälliger Unterlage umzustellen. Schließlich sei noch von Kolonialpflanzen der Kaffee erwähnt. Hier stellt der Anbau von Sorten, die gegenüber *Hemileia vastatrix*[1]) widerstandsfähig sind, den wirksamsten Schutz gegen diese früher verheerende Krankheit dar.

Diese Beispiele genügen, um zu zeigen, daß der Auswahl der Sorten nach ihrer Widerstandsfähigkeit gegenüber den verschiedenartigsten Schädigungsursachen eine außerordentlich große Bedeutung zukommt. Nicht mit Unrecht vertreten Schaffnit und Volk[2]) den Standpunkt, daß es immer die erste Aufgabe sein wird, den Pflanzenkrankheiten neben der Anwendung direkter Bekämpfungsmaßnahmen mit fungiziden oder insektiziden Mitteln durch den Anbau widerstandsfähiger Sorten, soweit es möglich ist, zu begegnen. Freilich wird es auch mit einer so gerichteten Sortenwahl allein niemals getan sein. Sie wird zur Erfolglosigkeit verurteilt sein, wenn nicht vorher alle anderen bisher besprochenen Maßnahmen der Hygiene zur Anwendung gebracht worden sind, weil auch das Gedeihen der resistenten Sorten nur bei hygienischer Aufzucht gesichert ist.

3. Saatgutauslese

Innerhalb der gewählten Sorte ist nun noch eine weitere Auslese erforderlich, die für die Aufzucht gesunder Pflanzenbestände eine entscheidende Voraussetzung bilden kann. Zwar ist in der Saatgutbeizung ein wirksames Mittel gefunden, um die Übertragung mancher Parasiten mit Sicherheit zu verhindern; in zahlreichen Fällen ist ihre Anwendung aber praktisch nicht durchführbar oder versagt in der Wirkung. In dieser Hinsicht sei an die immer wieder empfohlene Kartoffelbeizung erinnert; umstritten ist auch nach wie vor der Wert der Rübenbeizung. Sobald aber ein einwandfrei arbeitendes Verfahren zur Desinfektion des Saatgutes nicht zur Verfügung steht, bildet die sorgfältige Auslese des Saatgutes die einzige Möglichkeit, um der Übertragung von Krankheiten durch das Saatgut vorzubeugen. Aber auch bei gebeiztem Saatgut sollte man diese Maßnahme niemals unterlassen, da die Beizung doch immer nur gegen einen oder einige wenige Parasiten schützt. Außerdem ist nicht zu vergessen, daß der physiologische Wert des Saatgutes auf jeden Fall durch die Auslese eine Erhöhung erfährt.

Diese kann im wesentlichen nach zwei verschiedenen Richtungen erfolgen, die wir je nach dem eingeschlagenen Weg als positive und als negative Saatgutauslese bezeichnen können. Das Ziel ist in beiden Fällen das gleiche, die Gewinnung von gesundem Saatgut, welches die Entwicklung gesunder Pflanzen gewährleistet, wenn alle anderen Bedingungen für eine solche erfüllt sind. Um dieses Ziel zu erreichen, geht die positive Saatgutauslese gewissermaßen direkt vor, indem sie das gesunde Saatgut ausliest, die negative dagegen indirekt, indem sie das kranke Saatgut ausscheidet. Allerdings ist eine scharfe Trennung der beiden Verfahren nicht möglich, da sie naturgemäß ineinander greifen; Auslese gesunden Saatgutes bedeutet gleichzeitig Ausscheidung des kranken und

[1]) Dieses Handbuch Bd. III. 5. Aufl. Berlin 1932, S. 23.

[2]) Schaffnit, E. und Volk, A., Beiträge zur Kenntnis der Morphologie und Physiologie verschieden ernährter Pflanzen. Landw. Jahrb. **67**, 1928, 329.

umgekehrt. Eine Scheidung läßt sich also nur nach dem jeweilig vorherrschenden Ausleseprinzip vornehmen. Die verschiedenen Maßnahmen, deren man sich zur zuverlässigen Bewertung des Saatgutes bedient, sind an anderer Stelle dieses Bandes ausführlich behandelt. Hier sind lediglich die Gesichtspunkte zu erörtern, die zu beachten sind, um Saatgutauslese im Sinne der Pflanzenhygiene zu betreiben.

Die Anforderungen, die an ein gesundes Saatgut zu stellen sind, hat Hollrung[1]) schärfer zu formulieren gesucht. Zusammenfassend meint er: „Je höher das dem Saatgut zur Verfügung stehende Maß von Lebenskraft ist und je ungehinderter es diese Kraft für die Neubildung einer Pflanze einsetzen kann, um so günstiger gestalten sich bei letzterer die gesundheitlichen Verhältnisse." Als eins der wichtigsten Erfordernisse sieht er die Sicherstellung einer befriedigenden Keimschnelligkeit an und weist zum Beweise für die Richtigkeit dieser Auffassung auf die Untersuchungen von Brefeld über die Keimlingsinfektion von Brandpilzen hin, die gezeigt haben, daß die Pflanze der Infektion um so leichter entgeht, je schneller sie das anfällige Jugendstadium durchläuft.

Nun ist schon Wollny[2]) zu dem Schluß gekommen, daß Pflanzen aus großem Saatgut von Körnerfrüchten und Futterpflanzen sich früher entwickeln, während Pflanzen aus kleinen Samen gezogen länger im Jugendzustand verharren. Erstere überwinden mechanische Widerstände des Bodens beim Auflaufen leichter als letztere. Demnach müßte die Verwendung von größerem Saatgut namentlich in allen denjenigen Fällen günstig wirken, in denen es darauf ankommt, die Pflanze durch möglichst schnelle Jugendentwicklung vor Parasitenbefall zu schützen. In der Tat ist die Richtigkeit dieser Schlußfolgerung für verschiedene Krankheitserreger experimentell nachgewiesen worden.

Zur Herabsetzung des Auftretens von *Ustilago tritici* empfiehlt Tiemann[3]) scharfe Sortierung des Weizensaatgutes, da nach seinen Feststellungen große Körner bedeutend weniger brandkranke Pflanzen liefern als kleine. Diese Erscheinung führt er auf den schnelleren Auflauf der großen Körner zurück; möglicherweise erleiden aber auch schwach infizierte Körner an ihrer Größe Einbuße und werden dadurch bei der Sortierung ausgeschieden. Die gleiche Beobachtung hat Taylor[4]) gemacht. Genau[5]) hat gefunden, daß die größeren Mittelkörner der Gerstenähre weniger von *Helminthosporium gramineum* befallene Pflanzen liefern als die kleineren. Die Erklärung für diesen Befund sieht er einmal in der größeren Triebkraft der größeren Körner, zum anderen darin, daß diese infolge der früheren Blüte der mittleren Ährchen bei der Infektion günstiger gestellt waren. Bei Versuchen von Arland[6])

---

[1]) Hollrung, M., Die krankhaften Zustände des Saatgutes. Kühn-Archiv **8**, 1919, 2.

[2]) Wollny, E., Saat und Pflege der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Berlin 1885, S. 79.

[3]) Tiemann, A., Untersuchungen über die Empfänglichkeit des Sommerweizens für *Ustilago tritici* und den Einfluß der äußeren Bedingungen dieser Krankheit. Kühn-Archiv **9**, 1925, 449.

[4]) Taylor, J. W., Effect of the continuous selection of large and small wheat seed on yield, bushel weight, varietal purity and loose smut infection. Journ. Amer. Soc. Agron. **20**, 1928, 867.

[5]) Genau, A., Methoden der künstlichen Infektion der Gerste mit *Helminthosporium gramineum* und Studien über die Abfälligkeit verschiedener Sommergersten diesem Pilz gegenüber. Kühn-Archiv **19**, 1928, 348.

[6]) Arland, A., Der Haferflugbrand *Ustilago avenae* (Pers.) Jens. Biologische Untersuchungen mit besonderer Berücksichtigung der Infektions- und Anfälligkeitsfrage. Bot. Archiv **7**, 1924, 100.

mit Hafer waren die aus Innenkörnern hervorgegangenen Pflanzen meist 3—4 mal, in einigen Fällen 10—20 mal so anfällig gegenüber *Ustilago avenae* wie die aus Außenkörnern hervorgegangenen Pflanzen. Die gleiche Beziehung hat Nilsson-Ehle[1]) beim Fritfliegenbefall gefunden. Pflanzen aus Innenkörnern wurden bedeutend mehr durch *Oscinis frit* geschädigt als solche aus Außenkörnern, was auf die längere Entwicklungszeit der ersteren zurückgeführt wird. Rostrup und Thomsen[2]) haben allerdings diese Frage in mehrjährigen Versuchen nachgeprüft und konnten dabei die Befunde von Nilsson-Ehle nicht bestätigen.

Wollny glaubt auch, daß die größeren Mengen von Reservenährstoffen in den größeren Körnern auf alle späteren Entwicklungsstadien ebenfalls einen günstigen Einfluß ausüben. „Die größten Samen, Knollen und Wurzeln ein und derselben Varietät besitzen die größte Widerstandsfähigkeit gegen ungünstige äußere Verhältnisse."

Eine weitere positive Saatgutauslese wird häufig bei der Kartoffel betrieben, bei der sie als sogenannte positive Massen- und Staudenauslese bekannt ist. Sie besteht in der Auswahl besonders kräftiger wüchsiger, von allen Krankheitssymptomen freier Pflanzen, die dann entweder einzeln (Staudenauslese) oder gemeinsam (Massenauslese) nachgebaut werden. Ebenso ist die Auswahl gesunder Pflanzen aus dem Saatbeet vor ihrer Versetzung in den Feldbestand eine positive Saatgutauslese.

Blunck[3]) sieht in der Verwendung kräftiger, im Wuchs vorgeschrittener gesunder Setzlinge, die Werth[4]) vollkommen herniefreien Aussaatbeeten entnommen wissen will, ein wirksames und wirtschaftliches Mittel zur Minderung der Verluste durch Kohlhernie. Auswahl gesunder Wildlinge empfiehlt Stapp[5]), um einen Befall der Obstbäume durch *Bacterium tumefaciens* zu verhüten. Die Feldinfektionen des Tabaks durch *Bacterium tabacum* gehen nach allgemeiner Auffassung in weitaus überwiegender Mehrzahl auf Sämlinge zurück, die bereits im Saatbeet verseucht gewesen sind. Deshalb wird auch hier die Anpflanzung nur absolut gesunder Sämlinge gefordert.[6]) Tritt in den Anzuchtbeeten von Phlox *Tylenchus dipsaci* auf, so ist die wichtigste Maßnahme die Entnahme der Stecklinge nur von gesunden Mutterpflanzen.[7])

Wie die Sortierung des Saatgutes nach der Größe bzw. dem Gewicht zu einer Auslese physiologisch leistungsfähigen Saatgutes führt, so kann das gleiche Verfahren auch zur Ausscheidung kranken Saatgutes dienen.

Es ist bekannt, daß die sog. Brandbutten, d. h. die von den Resten der Fruchtwand des Weizenkornes festumschlossene Masse von Sporen von *Tilletia tritici* infolge ihres leichten Gewichtes im Wasser obenauf schwimmen und deshalb beim Waschen des Saatgutes abgeschöpft werden können. Auch „Gichtkörner" des Weizens, d. h. solche, die von *Tylenchus*

---

[1]) Nilsson-Ehle, H., Nagot om betydelsen af storkornigt utsäde, särskildt vid angrepp af fritflugan. Sveriges Utsädesförenings Tidskrift **12**, 1902, 158—165. (Ref. Hollrung, M., Jahresbericht über die Neuerungen und Leistungen auf dem Gebiete der Pflanzenkrankheiten **5**, 1902, 120.)

[2]) Rostrup, S. und Thomsen, M., Die tierischen Schädlinge des Ackerbaues. Berlin 1931, S. 285.

[3]) Blunck, H., Vergleichende Prüfung chemischer Mittel gegen Kohlhernie. Gartenbauwissenschaft **1**, 1928, 164.

[4]) Werth, E., Die Kohlhernie und ihre Bekämpfung. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstw. Flugblatt 56, 1933.

[5]) Stapp, C., Der Wurzelkropf oder Bakterienkrebs der Obstbäume und seine Bekämpfung. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstw. Flugblatt 78, 1931.

[6]) Dieses Handbuch Bd. 2. 5. Aufl. Berlin 1928, S. 279.

[7]) Pape, H., Stockkrankheit bei *Phlox*. Gartenwelt **31**, 1927, 532.

tritici befallen sind, schwimmen nach gründlichem Umrühren in einer 20%igen Salzlösung obenauf und können dann mühelos entfernt werden.[1]) Von *Gibberella saubinetii* befallene Weizen- und Gerstenkörner sind zusammengeschrumpft und dadurch kleiner und leichter. Dickson und Mains[2]) empfehlen ihre sorgfältige Entfernung durch Anwendung eines Gebläses. Pichler[3]) legt für die Bekämpfung des Schneeschimmels der Verwendung nur großer, schwerer Körner größtes Gewicht bei, da leichte Körner schwächliche Pflanzen ergäben, die von vornherein für den Befall empfänglich seien. Bömer[4]) weist darauf hin, daß in gesunden Kartoffelbeständen große und kleine Knollen den gleichen Pflanzgutwert besitzen. In abgebauten dagegen ist eine Auslese nur der letzteren unbedingt zu vermeiden, da man andernfalls das Pflanzgut direkt mit kranken Knollen anreichert.

Bei manchen Kulturpflanzen läßt sich auch eine direkte Auslese der kranken Teile aus dem Saatgut durchführen. So empfiehlt Müller[5]) zur Vermeidung schwererer Formen des Zwiebelrotzes alle weichen Zwiebeln aus dem Saatgut zu entfernen. Andererseits ist unter Umständen auch eine Beseitigung lediglich der Krankheitserreger selbst möglich.

Claviceps purpurea ist aus dem Saatgut unschwer durch die Reinigung zu entfernen. Ebenso gelingt dies, wenn auch erheblich schwerer, bei den als Schmarotzer auftretenden Seidearten. Die Entfernung ihrer Samen bedarf freilich spezieller Reinigungsanlagen, ohne daß sie immer restlos zu erreichen ist.[6]) Hierunter fällt auch die Reinigung des Saatgutes von Unkrautbeimengungen, auf die nur hingewiesen werden kann.

Viel günstiger ist es naturgemäß, wenn kranke Körner, Knollen, Wurzeln und Zwiebeln gar nicht erst in das Saatgut gelangen, indem schon bei der Ernte derjenigen Bestände, aus denen das Saatgut genommen werden soll, nach Möglichkeit für Entfernung der kranken Pflanzen Sorge getragen wird.

Hier ist vor allem als Beispiel die negative Staudenauslese bei Kartoffeln zu nennen, welche die sorgfältige Entfernung aller kranken Stauden anstrebt. Der Übertragung der *Peronospora Schachtii* im Rübenbau beugt man vor, indem man den befallenen Samenrüben rechtzeitig den Kopf, in welchem das Mycel überwintert, absticht oder sie gänzlich vom Felde entfernt[7]).

Schließlich kann es auch ratsam sein, sich nicht auf die Entfernung der einzelnen kranken Pflanzen zu beschränken, sondern Bestände, die einen mehr oder minder großen Prozentsatz an kranken Pflanzen aufweisen, überhaupt von der Saatgutgewinnung auszuschließen, wie es das Ziel der Saatenanerkennung ist. Dabei wechselt die Höhe des zulässigen Besatzes mit kranken Pflanzen je nach der Gefährlichkeit des Parasiten. Auffinden auch nur einer krebskranken Kartoffel im Bestande verbietet die Gewinnung von Pflanzgut. Zur Verhütung des Auftretens des Tomatenkrebses, verursacht durch *Aplanobacter michiganense*,

[1]) Rostrup, S. und Thomsen, M., Die tierischen Schädlinge des Ackerbaues. Berlin 1931, S. 25.

[2]) Dickson, I. G. and Mains, E. B., Scab of wheat and barley and its control. U. S. Dep. Agric. Farm. Bul. Nr. 1599, 1929, 13.

[3]) Pichler, F., Der Schneeschimmel. Fortschr. d. Landw. **8**, 1933, 152.

[4]) Bömer, Die Größe der Pflanzkartoffeln. Kartoffel **7**, 1927, 154.

[5]) Müller, K. R., Ergebnisse einiger Versuche zur Bekämpfung des Zwiebelrotzes. Landw. Wochenschr. f. Sachsen **88**, 1930, 168—169.

[6]) Fischer, W., Samengewinnung und Saatgutbereitung bei den wichtigsten Klee- und Grasarten. Bd. 1. Berlin 1928, S. 172.

[7]) Frank, A. B., Die pilzparasitären Krankheiten der Pflanzen. Bd. 2. Breslau 1896, S. 77.

fordert Bryan[1]), kein Saatgut von Feldern mit auch nur geringem Krankheitsbesatz zu nehmen.

Die Ausschließung ganzer Bestände kann sich unter Umständen aber nicht nur auf das Auftreten bestimmter Krankheitssymptome gründen, sondern deswegen erfolgen, weil der Saatgutwert durch den Anbau unter bestimmten Umweltbedingungen gelitten hat oder diese mit denjenigen des Nachbauortes nicht harmonieren. Es ist früher schon auf die Bedeutung des Herkunftswertes hingewiesen worden, der in steigendem Maße Beachtung erfährt und für die gesunde Entwicklung der Pflanzen entscheidend sein kann. Ein weiteres Eingehen darauf verbietet sich an dieser Stelle. Als Beweis für die Wichtigkeit des Herkunftswertes und die aus ihm möglicherweise sich ableitenden einschneidenden Folgen sei die Auffassung von Opitz[2]) angeführt, der es als Pflicht der anerkennenden Körperschaften bezeichnet, die natürlichen Pflanzkartoffelgebiete möglichst sicher zu ermitteln und die Kartoffelanerkennung auf diese zu beschränken.

4. Saatzeit

„Der Umstand, daß die Pflanzen bei verschiedenen Saatzeiten eine verschiedene Ausbildung ihrer Organe und damit auch eine verschiedene Widerstandsfähigkeit gegen gewisse Krankheitserreger erlangen, sowie daß der Einfluß letzterer zu bestimmten Zeitpunkten am größten ist, legt die Vermutung nahe, daß es möglich sein werde, durch zweckmäßige Wahl des Saattermines die Verheerungen durch Insekten, niedere Organismen (Pilze) zu vermindern." Zu dieser Vermutung ist Wollny[3]) bereits 1885 gelangt, nachdem Haberlandt[4]) festgestellt hatte, daß Sommerroggen um so weniger Befall durch *Claviceps purpurea* zeigte, je früher er ausgesät wurde, eine Beobachtung, die Wollny bestätigen konnte.

Wollny empfiehlt weiter im Herbst zeitige Aussaat bei den Winterölsaaten, um den ihnen im nächsten Frühjahr drohenden Schädigungen durch *Meligethes aeneus* zu begegnen, sowie Hinauszögerung der Aussaat von Wintergetreide zum Schutz gegen *Cecidomyia destructor*, gegen deren Auftreten Sommergerste innerhalb der drei nächsten Wochen nach der ersten Schwärmzeit auszusäen ist, während späte Bestellung der Ackerbohne als wirksame Maßnahme gegen *Aphis rumicis* genannt wird.

Zahlreiche Beobachtungen und exakte Untersuchungen haben seitdem Wollnys Vermutung bestätigt und die Wahl der Saatzeit als eine wertvolle pflanzenhygienische Kulturmaßnahme erwiesen, wenngleich auch Wollny schon mit Recht die Einschränkung gemacht hat, daß die richtig gewählte Saatzeit kein absolutes Schutzmittel gegen Erkrankungen der Pflanzen gewähren könne. Hollrung[5]) sieht die pflanzenpathologische Bedeutung einer richtigen Wahl der Bestellzeit in der Möglichkeit, allein dadurch Verhältnisse

---

[1]) Bryan, M. K., Studies on bacterial canker of tomato. Journ. Agr. Res. **41**, 1930, 845.

[2]) Opitz, K., Der Kartoffelbau. Handb. d. Landwirtsch. Bd. 3. Berlin 1930, S. 159.

[3]) Wollny, E., Saat und Pflege der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Berlin 1885, S. 511.

[4]) Haberlandt, F., Österr. landw. Wochenblatt 1876, Nr. 3. (Nach Wollny S. 480.)

[5]) Hollrung, M., Die Mittel zur Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten. 3. Aufl. Berlin 1923, S. 55.

zu schaffen, welche für den Schädling ungünstige Ernährungsbedingungen nach sich ziehen, sei es, weil bei seinem Auftreten die Pflanze schon zu weit in der Entwicklung vorgeschritten oder weil sie noch zu weit in ihr zurückgeblieben ist. Demnach hat Hollrung nur die Verhütung parasitärer Erkrankungen im Auge. Es ist zuzugeben, daß überwiegend nur an diese gedacht wird, sooft die Beachtung pflanzenhygienischer Gesichtspunkte bei der Wahl der Saatzeit gefordert wird. Trotzdem muß auch hier betont werden, daß eine derartige Beschränkung dem Wesen der Pflanzenhygiene nicht gerecht wird. Vielmehr ist jegliche Wahl der Saatzeit mit dem Ziel, der Pflanze bestmögliche Entwicklungsbedingungen zu gewährleisten, als pflanzenhygienische Maßnahme zu werten, da die Pflanze unter derartigen Bedingungen am ersten vor abnormer Prädisposition geschützt sein wird. Dem entspricht es auch, wenn Wollny[1]) sagt, innerhalb der von der Natur gezogenen Grenzen biete eine frühe Einsaat die größte Gewähr für das normale Gedeihen der Pflanzen, oder wenn Rademacher[2]) meint, eine rechtzeitige Aussaat bürge für kräftige Pflanzen, die damit auch am ehesten vor Schäden und Krankheiten aller Art geschützt seien.

Als Beispiel für den Einfluß der Saatzeit auf die abnorme Prädisposition der Pflanze sei das Auftreten des Schneeschimmels angeführt. Pichler[3]) macht darauf aufmerksam, daß der Zeitpunkt der Aussaat des Wintergetreides von den Praktikern möglichst spät gewählt wird, damit sich die junge Saat nicht zu üppig entwickelt und weniger dem Befall durch den Schneeschimmel ausgesetzt ist. Er glaubt, daß Änderungen des normalen Atmungsprozesses die Anfälligkeit der Pflanzen gegenüber Fusarium erhöhen. Eine solche Änderung sei durch üppige Entwicklung bedingt, wie sie durch frühe Aussaat hervorgerufen werde. „Je üppiger nämlich die Pflanzen stehen, desto größer die Atmung, desto größer der Sauerstoffbedarf." Im einzelnen dürften diese Zusammenhänge freilich noch genaue Nachprüfung erfordern.

Wenn die Verhütung der abnormen Prädisposition auch von großem Wert ist, um der Erkrankung der Pflanze vorzubeugen, so gewährt sie allein doch keinen hinreichenden Schutz. Denn die Pflanze durchläuft ja in ihrer Entwicklung auch Stadien normaler Prädisposition. Treffen diese mit dem Vorhandensein schädigender Ursachen irgendwelcher Art zusammen, so ist naturgemäß die Gefahr der Erkrankung gegeben, auch wenn die abnorme Prädisposition ausgeschlossen ist. Dieses Zusammentreffen zu vermeiden, bietet die Wahl der Saatzeit wie kaum eine andere Kulturmaßnahme weitgehende Möglichkeiten.

Glücklicherweise ist nun auch unter diesem Gesichtspunkt in der Mehrzahl der Fälle eine frühe Saat zu fordern, so daß sich im wesentlichen die Wege decken, die einzuschlagen sind, um einer sei es aus normaler, sei es aus abnormer Prädisposition sich ableitenden Erkrankung entgegenzuarbeiten. Aber auch in den Fällen, in denen die Rücksicht auf eine Schädigung zur Wahl einer ungünstigeren Saatzeit Veranlassung gibt, sollte, wie Rademacher[2]) mit Recht fordert, eine Verlegung nur dann erfolgen, wenn man sicher ist, daß der mit

---

[1]) Wollny, E., Saat und Pflege der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Berlin 1885, S. 513.

[2]) Rademacher, B., Welche Saatzeit ist zur Erzielung gesunder Pflanzenbestände zu wählen? Mitt. Deutsche Landw. Ges. **45**, 1930, 188—189.

[3]) Pichler, F., Der Schneeschimmel. Fortschr. d. Landw. **8**, 1933, 151.

einer solchen Saat zur Unzeit verbundene Ertragsausfall wieder wettgemacht wird. Der von Blunck und Janisch[1]) für den Rübenbau umrissene Standpunkt in der Frage der Saatzeit verdient nachdrückliche Unterstreichung und Beherzigung auch für andere Kulturpflanzen:

„Im allgemeinen dürfte gelten, daß in Deutschland für jeden Bezirk, in dem der Rübenbau überhaupt lohnt, aus der praktischen Erfahrung heraus die beste Drillzeit bereits erarbeitet ist, und man wird gut tun, hier mit Abänderungsvorschlägen vorsichtig zu Werke zu gehen. Die Praxis wird ihre Maßnahmen mit Recht niemals einseitig auf einen Sondergesichtspunkt einstellen, sondern im Auge haben, daß an der Pflanze im freien Feld Einflüsse mannigfacher Art sich auswirken, die bei der Kultur möglichst gleichmäßig zu berücksichtigen sind. Der angestrebten Wirkung wird das Verfahren am nächsten kommen, welches in bezug auf Art und Zeit der Anwendung der Resultante aller dieser mehr oder minder gegensätzlichen Faktoren gerecht wird."

Diese Erwägung ist um so notwendiger, als eine Saatzeit, die zum Schutz gegen einen Schädling angezeigt ist, den durch einen anderen verursachten Schaden erhöhen kann. So macht Briton-Jones[2]) darauf aufmerksam, daß früh gesäte Baumwolle früh reift und dadurch weniger durch den Kapselwurm geschädigt wird. Andererseits können dadurch die Verluste durch den „soreshin" Pilz beträchtlich gesteigert werden.

Der Begriff Frühsaat ist nun freilich ebenso wie Spätsaat kein feststehender, sondern ein relativer. Wollny[3]) bezeichnet es geradezu als sehr fehlerhaft, für die einzelnen Kulturpflanzen die konkreten Saatzeiten in bestimmten Terminen anzugeben, da diese sich nach den verschiedensten Faktoren zu richten haben. Er sieht die passendste Saatzeit gekommen, „wenn alle Bedingungen zu einer kräftigen Entwicklung der Pflanzen und schnellen Überwindung der gefährlichen Jugendzeit vorhanden sind und den Pflanzen bis zu der mit dem Schossen beginnenden Hauptwachstumsperiode so viel Zeit zur Verfügung bleibt, daß sie sich bis dahin möglichst kräftig in ihren ober- und unterirdischen Organen zu entfalten und einen reichen Vorrat von Reservestoffen anzusammeln vermögen".

Zur Überwindung der gefährdeten Jugendentwicklung können wir in vielen Fällen durch zweckmäßige Wahl der Saatzeit beitragen. Frühe Aussaat im Frühjahr kann erwünscht sein, weil die Bodentemperaturen über dem Keimungsminimum des Wirtes, aber unter demjenigen des Parasiten liegen. Aus dem gleichen Grunde kann umgekehrt im Herbst Spätsaat angezeigt sein. Es braucht sich aber auch keineswegs nur um Unterschiede im Keimungsminimum zu handeln, sondern es können auch solche im Temperaturoptimum genügen. Es kommt dann nur auf die relative Entwicklungsgeschwindigkeit von Pflanze und Parasit an. Erlaubt eine bestimmte Bodentemperatur ersterer eine schnellere Entwicklung als letzterem, so besteht naturgemäß größere Aussicht, daß sie dem Angriff des Parasiten, der sie nur im Jugendstadium zu infizieren vermag,

---

[1]) Blunck, H. und Janisch, R., Bericht über Versuche zur Bekämpfung der Rübenaaskäfer im Jahre 1923. Arb. Biol. Reichsanst. f. Land- u. Forstwirtsch. **13**, 1925, 469.

[2]) Briton-Jones, H. R., Mycological work in Egypt during the Period 1920—1922. Min. Agr. Egypt. Techn. and Scient. Serv. Bul. **49**, 1925, 55.

[3]) Wollny, E., Saat und Pflege der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Berlin 1885, S. 513.

entrinnt, als wenn die Entwicklungsgeschwindigkeit beider gleich oder gar diejenige des Parasiten größer ist.

Ein charakteristisches Beispiel bietet der Befall von Weizen und Mais durch *Gibberella saubinetii*. Um ihm zu begegnen, empfiehlt Dickson[1]) bei Weizen Aussaat in kühlem Boden, d. h. im Herbst spät, im Frühjahr früh, während im Gegensatz dazu Mais in warmem Boden, also spät auszusäen ist, weil die günstigste Bodentemperatur für Gibberellaschäden an Weizen 12—28°, an Mais 8—20° C ist. Auf Böden, die mit *Ophiobolus* verseucht sind, rät van de Laar[2]) zu später Aussaat des Winterweizens, was der allgemeinen Anschauung entspricht, daß Frühsaat den Schaden durch Fußkrankheit begünstigt. Eine Erklärung könnte in der Angabe Noaks[3]) gefunden werden, daß die Infektion des Halmes wahrscheinlich schon bei der Keimung des Weizens geschieht. Hat *Ophiobolus* ein höheres Optimum als der Weizen, so wird dieser bei später Aussaat der Infektion leichter entgehen. Blunck[4]) warnt aber mit Recht davor, die gut begründete Regel, daß Winterweizen um so früher in die Erde muß, je weniger Boden und Klima seinen allgemeinen Vegetationsansprüchen genügen, in einseitiger Einstellung auf Abwehr der Fußkrankheiten zu vernachlässigen. Vielleicht liege in stärkerer Berücksichtigung von Weizensorten, die eine besonders späte Bestellung vertragen, ein Ausweg. Weiter kann dem Auftreten von *Tilletia tritici* durch Wahl der Saatzeit entgegengearbeitet werden, wenngleich diese auch im Hinblick auf die Möglichkeit sicherer Bekämpfung durch die Beizung von untergeordneter Bedeutung ist. Allerdings lauten hier die Angaben widersprechend. Bei Winterweizen wird sowohl späte wie frühe Aussaat empfohlen, bei Sommerweizen nur späte. Die Widersprüche finden, wie Versuche von Appl[5]) und vor allem von Rabien[6]) gezeigt haben, dadurch ihre Erklärung, daß von diesen beiden Saatzeiten noch eine mittlere Saatzeit zu trennen ist. Entscheidend ist nach Bonnes'[7]) Untersuchungen die relative Entwicklungsgeschwindigkeit von Weizenkorn und Steinbrandsporen. Bei mittlerer Aussaat ist sie gleich groß und der Befall infolgedessen am höchsten. Bei früher und später dagegen gewinnt der Weizen einen Vorsprung, weil in beiden Fällen seine Entwicklungsgeschwindigkeit größer ist. Wertvoller wäre die Wahl der Saatzeit zur Herabsetzung des Flugbrandbefalls des Sommerweizens, da dessen Bekämpfung durch Beizung größeren Schwierigkeiten begegnet. Da *Ustilago tritici* ein niedrigeres Keimminimum hat als der Weizen, hält Schaumburg[8]) seine mit Rücksicht auf die lange Wachstumszeit ohnehin erforderliche frühe Aussaat im Herbst auch aus diesem Grunde für ratsam. Seiffert[9]) glaubt freilich, daß die Saatzeit auf den Flugbrandbefall von Sommerweizen und Gerste ohne Einfluß ist. Ähnlich liegen die Dinge beim Haferflugbrand. Nachdem Brefeld späte Aussaat des Hafers empfohlen hatte, um den Befall herabzudrücken, war man inzwischen überwiegend der Ansicht, daß

---

[1]) Dickson, J. G., Influence of soil temperature and moisture on the development of the seedling blight of wheat and corn caused by *Gibberella Saubinetii*. Journ. Agric. Res. Wash. **23**, 1923, 868.

[2]) van de Laar, I. H., Onderzoekingen over *Ophiobolus graminis Sacc.* en *Ophiobolus herpotrichus (Fr.) Sacc.* en over de door deze fungi veroorzakte ziekten van Triticum vulgare en andere Gramineae. Inst. Phytopath. Lab. v. Mycol. en Aardappelonderz. Mededeel. **55**, 1931, 102—104.

[3]) Dieses Handbuch Bd. 2. 5. Aufl. Berlin 1928, S. 648.

[4]) Blunck, H., Die Umstellung im Getreidebau und die Pflanzenkrankheiten. Mitt. Deutsche Landw. Ges. **48**, 1933, 288.

[5]) Appl, J., Saatzeit und Steinbrandbefall des Weizens. Ztschr. f. d. landw. Versuchswesen i. Österreich **18**, 1915, 45—54.

[6]) Rabien, H., Über Keimungs- und Infektionsbedingungen von *Tilletia tritici*. Arb. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstwirtsch. **15**, 1928, 349.

[7]) Bonne, C., Untersuchungen über den Steinbrand des Weizens. Angew. Botanik **13**, 1931, 169—209.

[8]) Schaumburg, A., Beiträge zur Frage der Bekämpfung des Weizenflugbrandes mit besonderer Berücksichtigung der Anforderungen des Saatzuchtbetriebes. Diss. Jena 1924.

[9]) Seiffert, J., Empfänglichkeit verschiedener Gerstensorten für *Ustilago hordei nuda* und der Einfluß äußerer Bedingungen auf Höhe des Brandprozent. Kühn-Archiv **12**, 1926, 452.

Frühsaat geringeren Befall zur Folge habe, während neuerdings Moldenhauer[1]) wieder höchsten Befall bei Frühsaat erhielt, während er bei Normalsaat zurückging, um bei Spätsaat wieder anzusteigen. Bei Versuchen mit *Plasmodiophora brassicae* hat Blunck[2]) festgestellt, daß spät ins Freiland gebrachte Kohlpflanzen stärker befallen waren als früh verpflanzte, was er mit dem hohen Temperaturoptimum des Pilzes in Verbindung bringt. Die Bestellung auf hernieverdächtigem Boden ist deshalb im Frühjahr zeitig vorzunehmen, da die Infektionsgefahr mit fortschreitender Jahreszeit bis zum Sommer zunimmt. Graebener[3]) will allerdings auf derartigen Böden gänzlich auf Frühjahrskultur verzichten und nur im Spätherbst Kohlpflanzen setzen, da der Pilz sich dann infolge der niedrigen Bodentemperatur nicht mehr zu entwickeln vermag, während die Pflanze Zeit hat, mit ihren Hauptwurzeln tief in den Boden einzudringen, und so im Frühjahr kaum noch von dem Parasiten geschädigt werden kann.

Durch die Wahl der Saatzeit kann nun nicht nur den jüngsten Entwicklungsstadien der Pflanzen ein Schutz gegen Infektion durch Bodenparasiten gewährt, sondern auch Erkrankungen in späteren Entwicklungsstadien vorgebeugt werden. Denn je nach der Saatzeit tritt in dem gesamten Entwicklungsablauf der Pflanze eine mehr oder minder große Verschiebung ein, die mit Annäherung an die Ernte immer mehr abnimmt. Diese Wirkung veränderter Saatzeit kann, wie schon bei der Sortenwahl festgestellt worden ist, besonders bedeutungsvoll durch Verschiebung von Stadien normaler Prädisposition der Pflanze werden, da hierdurch unter Umständen das Zusammentreffen dieser mit dem Vorhandensein von Schädigungsursachen vermieden wird.

Auf die Bedeutung dieser Zusammenhänge für die Auswinterungsgefahr hat Hülsenberg[4]) hingewiesen. Er glaubt, daß unsere Getreidearten sich in einem oft nur ganz geringe Zeit währenden Zustand besonders großer Frostempfindlichkeit befinden, wenn sie das erste Blatt entwickelt haben. Infolgedessen können Unterschiede im Auflauf um nur einen Tag entscheidend für den Frostschaden werden. Hülsenberg empfiehlt deshalb als „beste Versicherung" gegen Auswinterungsschäden eine frühe Saat und bezeichnet Vorschläge, gewisse Krankheiten z. B. Fußkrankheiten durch späte Saat bekämpfen zu wollen, als ein sehr bedenkliches Unterfangen. Ebenso hat auch Janssen[5]) Zusammenhänge zwischen Größe des Frostschadens und Aussaatzeit gefunden, die ihn freilich insofern zu einer etwas andern Schlußfolgerung gelangen lassen, als er vor sehr früher sowohl als sehr später Aussaat warnt, da in beiden Fällen der Frostschaden zunimmt. Steiner[6]) empfiehlt, zur Hintanhaltung jeglichen bzw. zur Vermeidung starken Befalls der Herbstsaat durch *Puccinia triticina* und *P. dispersa* grundsätzlich möglichst späte Aussaat zu wählen, oder eindeutiger gesagt, die herbstliche Saatzeit so einzurichten, daß sich die Pflanzen bis zum Eintritt der Winterruhe nicht mehr oder nur in geringem Maße zu bestocken vermögen, weil Keimpflanzen bis zur Zeit der Bestockung praktisch als rostfrei anzusehen sind. Sommerung soll aus dem gleichen Grunde möglichst früh ausgesät werden, wodurch gleichzeitig erreicht wird, daß zur

---

[1]) Moldenhauer, J., Untersuchungen über die Empfänglichkeit der Wild- und Kulturhaferformen für *Ustilago avenae* mit besonderer Berücksichtigung des Infektionsvorganges. Kühn-Archiv **15**, 1927, 375.

[2]) Blunck, H., Vergleichende Prüfung chemischer Mittel gegen Kohlhernie. Gartenbauwissenschaft **1**, 1928, 164.

[3]) Graebener, Herbstpflanzung gegen Kohlhernie. Gartenwelt **32**, 1928, 558.

[4]) Hülsenberg, H., Auswinterung bei Weizen und verkannte Beizschäden. Pflanzenbau **8**, 1931, 63.

[5]) Janssen, G., Effect of date of seeding of winter wheat on plant development and its relationsship to winterhardiness. Journ. Am. Soc. Agron. **21**, 1929, 464.

[6]) Steiner, H., Einfluß der Saatzeit auf den Herbstbefall der Winterung mit Braunrost. Landw. Jahrb. **80**, 1934, 414. — Ein Beitrag zur Frage der Getreiderostbekämpfung auf kulturellem Wege. Ztschr. f. Pflanzenkrankh. u. Pflanzenschutz **44**, 1934, 352.

Zeit des stärkeren Erscheinens des Gelbrostes die Entwicklung der Pflanzen schon so weit abgeschlossen ist, daß *P. glumarum* keine günstigen Angriffs- und Verbreitungsmöglichkeiten mehr findet und daher mit einer stärkeren Schädigung nicht mehr zu rechnen ist.

Das bekannteste Beispiel für die Abhängigkeit des Schadens vom Zusammentreffen eines bestimmten Entwicklungsstadiums der Pflanze mit einem solchen des Parasiten bietet *Oscinis frit.* Die Fritfliege bevorzugt bekanntlich bei der Eiablage die im zweiten bis vierten Blatt stehenden Keimlinge der Gramineen. Die Saat muß deshalb so in den Boden gebracht werden, daß dieses Stadium in eine Zeit fällt, in der die Fliege noch nicht oder nicht mehr fliegt und Eier legt. Sommerung ist also früh, Winterung spät auszusäen.[1]) Den Erfolg früher Aussaat des Hafers mag folgender Versuch von Rostrup und Thomsen[2]) veranschaulichen:

Aussaatzeit	% befallene Pflanzen	Ernte in kg je ha
15. April	31	1218
27. „	35	1187
5. Mai	67	435
15. „	84	266

Daß die Aufstellung einer Saatregel mit festem Termin aber auch in diesem Fall nicht möglich ist, haben neuerdings Crüger und Körting[3]) für ein begrenztes Gebiet gezeigt. Blunck[4]) hat deshalb auf Grund der Beobachtung, daß der Massenflug der Fritfliege in der Regel erst zur Zeit des Erblühens der ersten Fruchtäpfel einsetzt, der Saatregel jetzt folgende Fassung gegeben: „Hafer ist so früh zu bestellen, daß er beim Erblühen der ersten Fruchtäpfel in allen Sprossen, die zur Fruchtbildung kommen sollen, über die Bildung des vierten Blattes hinaus ist." Im Gegensatz zum Hafer wird bei der Gerste das Jugendstadium von der Fritfliege im allgemeinen kaum bedroht. Dagegen kann bei ihr, worauf Blunck hingewiesen hat, sehr schwerer Schaden an den Ähren hervorgerufen werden. Blunck hat gleichzeitig festgestellt, daß die Gerstenwinterung durch frühe Aussaat weitgehend und bei Anbau einer zweizeiligen Gerste vielleicht ganz dem Zugriff der Fliege entzogen werden kann. Sommergerste dagegen schneidet am besten ab, wenn sie mittelfrüh in den Boden gebracht wird. Dabei besteht zwischen den Gerstensorten wieder insofern ein Unterschied, als zweizeilige vom *nutans*-Typ auch bei abweichendem Saattermin nicht übermäßig leiden, während mehrzeilige bei sehr zeitiger Saat schwer und bei sehr später Saat bis zur Vernichtung geschädigt werden können. Ähnlich liegen die Dinge bei *Chlorops taeniopus*, nur daß hier, wie früher bemerkt, das anfällige Stadium nicht so eng begrenzt ist, sondern ohne Unterbrechung bis zum Ährenschieben dauert. Deswegen bezeichnen Rostrup und Thomsen[2]) als wirksamstes Mittel gegen Halmfliegenbefall, die Gerste im Frühjahr so zeitig wie möglich in gut bearbeitetem und gedüngtem Boden auszusäen, was Appel[5]) auch für die Aussaat der Winterung im Herbst für ratsam hält, da durch starke Entwicklung frühes Schossen im Frühjahr erreicht wird.

Ein weiteres anschauliches Beispiel für die Möglichkeit, dem Schädlingsbefall durch Verschiebung des Stadiums normaler Prädisposition vorzubeugen, hat Nicolaisen[6]) bekannt gegeben. Nach seinen Beobachtungen ist es wahrscheinlich, daß der Erbsenwickler

[1]) Appel, O., Getreidekrankheiten. Berlin 1931, Tafel 3.

[2]) Rostrup, S. und Thomsen, M., Die tierischen Schädlinge des Ackerbaues. Berlin 1931, S. 283 bzw. 290.

[3]) Crüger, O. und Körting, A., Beitrag zur Frage der Fritfliegenbekämpfung an Winterroggen. Ztschr. f. Pflanzenkrankh. u. Pflanzensch. **40**, 1930, 416—430.

[4]) Blunck, H., Die Fritfliege an Hafer und Gerste. Mitt. Deutsche Landw. Ges. **49**, 1934, 216.

[5]) Appel, O., Gelbe Halmfliege. Deutsche Landw. Presse **59**, 1932, 155.

[6]) Nicolaisen, W., Der Erbsenwickler, *Grapholita (Cydia, Laspeyresia) spec.*, sein Schaden und seine Bekämpfung unter besonderer Berücksichtigung der Anfälligkeit verschiedener Erbsensorten. Kühn-Archiv **19**, 1928, 253.

seine Eier hauptsächlich an der Blüte der Erbsen ablegt. Je früher deshalb die Aussaat der Erbsen erfolgt, desto niedriger ist bei den frühen und mittelspäten Sorten der Befall. Bei sehr späten Sorten findet dagegen durch spätere Saat Drückung des Befalls statt, da dadurch ein größerer Teil der Blüte dieser Sorten in eine Zeit verlagert wird, in der nur noch wenig Wickler fliegen. Nach den Angaben von Prjanischnikow[1]) werden über 3 cm große Leinpflanzen nicht mehr von *Aphtona euphorbiae* befallen. Deshalb ist frühe Saat angezeigt. Andererseits kann aber auch späte Einsaat helfen, die nach dem Verschwinden des Erdflohs aufläuft. Am meisten geschädigt wird der Lein bei mittlerer Saatzeit.

In anderen Fällen ist das Stadium der normalen Prädisposition nicht so scharf abgegrenzt, sondern geht allmählich in ein solches über, in dem die Pflanze durch Parasitenbefall nicht mehr gefährdet ist.

So wird zeitige Lupinenaussaat empfohlen, da ältere und kräftigere Pflanzen von *Chortophila trichodactyla* nicht mehr befallen werden.[2])

Das leitet schließlich zu denjenigen Fällen über, in denen die Pflanze kein besonderes Stadium normaler Prädisposition durchläuft, sondern frühe Saat im Frühjahr nur insofern von Vorteil ist, als dadurch die Pflanze ihre Entwicklung vor dem stärkeren Auftreten einer Krankheit abschließt oder infolge der Förderung ihrer gesamten Entwicklung weniger Schaden leidet.

Für den ersten Fall sei die Sclerotienkrankheit des Tabaks als Beispiel angeführt. Sie tritt erfahrungsgemäß im Spätsommer und Herbst stärker auf als im Frühjahr und in der ersten Hälfte des Sommers. Deshalb empfiehlt Böning[3]) eine möglichst frühe Pflanzzeit; freilich schränkt er den Wert dieser Maßnahme durch den Hinweis ein, daß in Jahren mit besonders ungünstiger Witterung die Verhältnisse auch einmal umgekehrt liegen können und eine späte Ernte weniger gefährdet ist als eine frühe.

Der zweite Fall läßt sich durch mehrere Beispiele belegen. Im Rübenbau empfiehlt Roemer[4]) so früh zu säen, wie es Witterung, Bodenzustand und Gespannleistungen erlauben, d. h. mindestens sofort nach Beendigung der Getreidesaat. Darin liegt auch der beste Schutz gegen die verschiedensten Schädlinge der Rübe. Bremer und Kaufmann[5]) geben zu, daß der Blattmadenbefall bei früh gedrillten Rüben zwar nicht vermieden wird; sie sind aber zur Zeit des Fraßes schon widerstandsfähiger und „wachsen den Schädlingen schneller aus den Zähnen". Weiter sind die Rüben nach zeitiger Aussaat beim Auftreten der Larven der Rübenaaskäfer so weit gekräftigt, daß sie den Fraß besser überstehen können.[6]) Auch gegen *Chortophila brassicae*[2]) sowie Erdflöhe[1]) wird frühe Aussaat als wirksamer Schutz empfohlen. Ebenso leiden Samenrüben und Pferdebohnen durch *Aphis fabae* um so weniger, je früher sie ausgesät werden.[2]) Rechtzeitige Saat von Hanf hält Prjanischnikow[1]) für angezeigt, weil ersterer dadurch so weit fest und grob wird, daß Teilbeschädigungen durch *Psylliodes attennatus* nicht mehr vernichtend sein können. Rostrup und Thomsen[2]) empfehlen ganz zeitige Bestellung der Möhren, um die Schäden durch *Psila rosae* zu mildern. Andererseits kann man aber auch durch ganz späte Aussaat früher Karotten dem Befall vorbeugen, da dann die erste Generation der Möhrenfliege ihre Eier vor dem Auflaufen der jungen Pflanzen ablegt.

---

[1]) Prjanischnikow, D. N., Spezieller Pflanzenbau. Berlin 1930, S. 454, 169, 511.

[2]) Rostrup, S. und Thomsen, M., Die tierischen Schädlinge des Ackerbaues. Berlin 1931, S. 304, 301, 293.

[3]) Böning, K., Zur Biologie und Bekämpfung der Sclerotienkrankheit des Tabaks *(Sclerotinia sclerotiorum Lib. Massee)*. Phytopath. Ztschr. **6**, 1933, 156.

[4]) Roemer, Th., Handbuch des Zuckerrübenbaues. Berlin 1927, S. 168.

[5]) Bremer, H. und Kaufmann, O., Die Rübenfliege, *Pegomyia hyoscyami Pz.* Berlin 1931, S. 91.

[6]) Blunck, H. und Hähne, H., Rübenaaskäfer und ihre Bekämpfung. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstwirtsch. Flugblatt 92, 1930.

Das führt zu einem weiteren Gesichtspunkt, der für die Wahl der Saatzeit maßgebend sein kann. In bestimmten Fällen — einzelne wurden schon erwähnt — gelingt es, die Pflanze dadurch dem Parasitenbefall mehr oder minder gänzlich zu entziehen, daß man sie nach der für sie gefährlichen Flugzeit des Parasiten zur Aussaat bringt. Wir haben hier gewissermaßen ein Gegenstück zu der oben erörterten Abhängigkeit der Schädigung durch Bodenparasiten von der Bodentemperatur.

Als wichtigste Maßnahme gegen den Befall durch sämtliche Arten von Getreidefliegen bezeichnet Hiltner[1]) möglichst späte Saat des Wintergetreides im Herbst. In dieser Form dürfte die Regel freilich nicht ganz zweckmäßig gegeben sein. Denn Rostrup und Thomsen[2]) empfehlen z. B. gegen den Befall durch *Hylemyia coarctata* möglichst zeitige Aussaat. Für *Chlorops taeniopus* gilt, wie erwähnt, das gleiche. Mit Recht fordert Schnauer[3]), daß die zur Verhütung des Chloropsschadens günstigsten Saattermine der einzelnen Gegenden versuchsmäßig ermittelt werden, wie das Crüger und Körting[4]) für die Vermeidung des Fritfliegenbefalls bereits begonnen haben. Die Saatzeit muß eben nur so weit herausgeschoben werden, bis die Hauptflugzeit des Schädlings vorüber ist. Zu welchen großen Erfolgen man auf diese Weise kommen kann, zeigt die Weizenernte des Jahres 1921 im Staate Ohio, die sich dadurch verdoppeln ließ, daß die Aussaat einerseits nach der Hauptflugzeit von *Cecidomyia destructor* vorgenommen wurde, andererseits so früh erfolgte, daß der Gefahr des Erfrierens vorgebeugt wurde.[5]) Nicht günstig beurteilt wird im allgemeinen der Versuch, dem Befall der Rüben durch Rübenfliege und Rübenblattwanze durch späte Aussaat vorzubeugen. Bremer und Kaufmann[6]) weisen darauf hin, daß die Annahme einer kurzen, schlagartig verlaufenden Frühjahrsflugzeit von *Pegomyia hyoscyami* wohl in vielen Fällen berechtigt ist, aber nicht immer und daß eine ausreichende Hinauszögerung der Aussaat zu einer bedenklichen Verkürzung der Vegetationszeit führen würde. Anders liegen die Dinge bei der Rübenblattwanze. Ext[7]) hat beobachtet, daß spät gedrillte Felder durchweg besser standen als früh gedrillte. Wille[8]) betont aber, daß dieser geringe Befall spät gedrillter Saat nur darauf zurückzuführen ist, daß die zuerst aufgelaufenen Saaten die Rübenwanzen an sich gelockt haben und diese, da sie im Frühling recht seßhaft sind, nicht mehr weiter wandern. Sobald in einer Gegend einheitlich spät gesät werden würde, würden alle Saaten gleichmäßig befallen werden. Die Verhältnisse liegen also ebenso wie bei *Pyrausta nubilalis*. Für diesen Schädling hat Zwölfer[9]) festgestellt, daß die herabsetzende Wirkung später Saatzeit auf die Befallshöhe eines Maisfeldes erlischt, wenn sich im Umkreis von rund 800 m kein frühzeitig gesäter Mais befindet.

Wenn so im allgemeinen frühe Saat in dem von Wollny umschriebenen Sinne zur Vorbeugung gegen Erkrankung angezeigt ist, so darf doch nicht

---

[1]) Hiltner, L., Pflanzenschutz. 2. Aufl. Stuttgart 1926, S. 237.

[2]) Rostrup, S. und Thomsen, M., Die tierischen Schädlinge des Ackerbaues. Berlin 1931, S. 314.

[3]) Schnauer, W., Untersuchungen über Schadgebiet und Umweltfaktoren einiger landwirtschaftlicher Schädlinge in Deutschland auf Grund statistischer Unterlagen. Ztschr. f. angew. Entomol. **15**, 1929, 596.

[4]) Crüger, O. und Körting, A., Beitrag zur Frage der Fritfliegenbekämpfung an Winterroggen. Ztschr. f. Pflanzenkrankh. u. Pflanzensch. **40**, 1930.

[5]) Morstatt, H., Einführung in die Pflanzenpathologie. Berlin 1923, S. 147.

[6]) Bremer, H. und Kaufmann, O., Die Rübenfliege, *Pegomyia hyoscyami Pz.* Berlin 1931, S. 90.

[7]) Ext, W., Zur Biologie und Bekämpfung der Rübenblattwanze *Zosmenus capitatus Wolff.* Arb. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstwirtsch. **12**, 1925, 19.

[8]) Wille, J., Die Rübenblattwanze, *Piesma quadrata Fieb.* Berlin 1929, S. 103.

[9]) Zwölfer, W., Untersuchungen zur Biologie und Bekämpfung des Maiszünslers (*Pyrausta nubilalis Hb.*) in Süddeutschland. II. Teil. Arb. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstwirtsch. **17**, 1930, 486.

unerwähnt bleiben, daß eine zu frühe Saat ebenfalls schädlich werden kann. Liegt die Bodentemperatur noch dauernd oder zeitweise unter dem Keimungsminimum der Kulturpflanze, so wird die Keimung ganz unterbleiben oder zögernd vor sich gehen. Dadurch werden naturgemäß die durch geringe Auflaufgeschwindigkeit bedingten Gefahren erhöht.

Als Beispiel seien nur die Versuche von Lind und Ravn[1]) mit *Helminthosporium gramineum* angeführt, bei denen die Krankheit um so stärker auftrat, je frühzeitiger bestellt war. Bekannt ist auch, daß die Zahl der Schosser bei Rüben und Kohlrabi durch frühe Aussaat zunimmt. Roemer[2]) fand z. B. bei einem dreijährigen Rübenversuch mit vier Sorten folgende Zahlen (in %):

Aussaatzeit	Sorte I	II	III	IV
19. 4. bzw. 7. 4. bzw. 1. 4.	1,67	2,60	5,37	11,4
29. 4. „ 18. 4. „ 12. 4.	0,86	1,60	2,70	5,13
8. 5. „ 30. 4. „ 26. 4.	0,80	0,83	2,20	2,77

Bei Rüben wiegen freilich die mannigfachen Nachteile später Saat die Abnahme der Schosser nicht auf, während Hiltner[3]) für Kohlrabi den Anbau in zeitlichen Abständen empfiehlt.

5. Saattiefe

Die Saattiefe vermag in mancher Hinsicht einen ähnlichen Einfluß auf die Entwicklung der Pflanzen und ihren Schutz gegen Erkrankung auszuüben wie die Saatzeit. Schon Wollny[4]) hat auf diese gleichsinnige Wirkung hingewiesen:

„Die Pflanzen aus größerer Tieflage des Saatgutes verhalten sich den Pflanzen, welche zu einem späteren Termin angebaut werden, bezüglich Pilzkrankheiten und Schädigungen durch Tiere vollkommen analog."

Die zweckmäßigste Saattiefe ist nun allerdings von den verschiedensten Faktoren abhängig. Allgemein läßt sich mit Wollny nur sagen, daß die Grenzen, innerhalb welcher sie für die einzelnen Pflanzenarten und -varietäten nach Bodenbeschaffenheit, Witterung und Klima unter konkreten Verhältnissen zu bemessen ist, in verhältnismäßig geringen Bodentiefen liegen, und hier wieder ist sie am richtigsten, „wenn der Einfluß der Wärme, der Feuchtigkeit und des Sauerstoffs der Luft zu der Größe der Samen, ihrem besonderen Wasserbedürfnis und der Bodenbeschaffenheit im richtigen Verhältnis steht".[5])

Unter den Klimafaktoren verdient namentlich die Frostgefahr Beachtung. Auch heute noch gültige Richtlinien, wie ihr durch zweckmäßige Saattiefe zu begegnen ist, sind bereits von Wollny gegeben worden. Bei flacher Unterbringung der Samen sind die jungen Pflanzen der Gefahr des Auswinterns weniger ausgesetzt als bei tiefer, weil die bessere Bewurzelung und Bestockung

[1]) Nach Hollrung, M., Die Mittel zur Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten. 3. Aufl. Berlin 1923, S. 56.
[2]) Roemer, Th., Handbuch des Zuckerrübenbaues. Berlin 1927, S. 167.
[3]) Hiltner, L., Pflanzenschutz. 2. Aufl. Stuttgart 1926, S. 65.
[4]) Wollny, E., Saat und Pflege der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Berlin 1885, S. 582.
[5]) Rümker, K. v., Saat und Pflege. 5. Aufl. Berlin 1921, S. 37.

sie einmal zu wirksamerem Widerstand gegen das Auffrieren befähigt und zum anderen die Regenerationsfähigkeit und den Schutz der jüngeren durch die älteren Pflanzenteile erhöht.

Einen ausschlaggebenden Einfluß übt die Saattiefe vor allem auf die Schnelligkeit des Auflaufs der Saat aus. Flachere Saat liefert im allgemeinen schneller und kräftiger wachsende Pflanzen und kürzt somit die Dauer des besonders gefährdeten Jugendstadiums ab.

Appel[1]) empfiehlt deshalb auf schweren Böden und Böden, die leicht verkrusten, möglichst flach zu säen, um dem Befall des Getreides durch Fusarium entgegenzuarbeiten. Auch Pichler[2]) warnt zu diesem Zweck vor einem Unterbringen tiefer als 3 cm. Weiter läßt sich das Auftreten der Brandkrankheiten in gewissen Grenzen durch die Wahl der Saattiefe beeinflussen, wenngleich andere Maßnahmen einen unvergleichlich wirksameren Schutz gegen sie bieten. Im allgemeinen wird der Brandbefall durch flachere Saat herabgesetzt werden. Caspar[3]) hat mit zunehmender Saattiefe steigenden Befall des Weizens durch *Tilletia tritici* beobachtet. Bei tiefen Lufttemperaturen kann allerdings auch flache Saat stärkeren Befall zeigen. *Ustilago tritici* trat bei den Untersuchungen von Tiemann[4]) bei mittlerer Saattiefe weniger stark auf als bei ganz flacher oder tiefer. Der Befall des Hafers durch *Ustilago avenae* nahm nach den Angaben von Moldenhauer[5]) mit zunehmender Saattiefe zu. Zu dem umgekehrten Ergebnis ist Seiffert[6]) für *Ustilago hordei* gekommen; mit zunehmender Saattiefe nahm die Höhe des Brandbefalls ständig ab. Im Widerspruch dazu haben Taylor und Zehner[7]) auch für die Getreidebrandarten zunehmenden Befall bei zunehmender Saattiefe gefunden.

Auf Feldern, die von Drahtwürmern heimgesucht werden, hält Hiltner[8]) eine mehr oberflächliche Unterbringung der Saat deswegen für ratsam, weil dann die Schädlinge nicht so leicht den ganzen Keim vernichten, sondern mehr die Wurzeln angreifen, die sich wieder erneuern können. Übereinstimmend damit warnt Subklew[9]) vor tiefem Eindrillen der Saat, weil es das Auflaufen verzögert und das lange, unterirdische Stengelglied dem Drahtwurm außerdem einen besonders geeigneten Angriffspunkt bietet.

Zweckmäßige Saattiefe, die Roemer[10]) auf leichteren Böden und Böden, die nicht zur Verkrustung neigen, mit 4 cm, auf schweren Böden und Böden, die leicht verkrusten, mit 2—3 cm angibt, ist auch wesentlich, um die Zuckerrüben über ihren „schwächsten Punkt", das durch den Wurzelbrand gefährdete Jugendstadium, schnell hinwegzubringen. Kartoffeln werden auf diese Weise am besten dem Angriff von *Rhizoctonia solani* entgehen. Ebenso

---

[1]) Appel, G. O., Fusarium als Erreger von Keimlingskrankheiten. Arb. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstwirtsch. **13**, 1925, 297.

[2]) Pichler, F., Der Schneeschimmel. Fortschr. d. Landw. **8**, 1933, 152.

[3]) Caspar, R., Über den Einfluß äußerer Faktoren auf den Steinbrandbefall des Weizens. Kühn-Archiv **12**, 1926, 234.

[4]) Tiemann, A., Untersuchungen über die Empfänglichkeit des Sommerweizens für *Ustilago tritici* und den Einfluß der äußeren Bedingungen dieser Krankheit. Kühn-Archiv **9**, 1925, 447.

[5]) Moldenhauer, J., Untersuchungen über die Empfänglichkeit der Wild- und Kulturhaferformen für *Ustilago avenae* mit besonderer Berücksichtigung des Infektionsvorganges. Kühn-Archiv **15**, 1927, 376.

[6]) Seiffert, J., Empfänglichkeit verschiedener Gerstensorten für *Ustilago hordei nuda* und der Einfluß äußerer Bedingungen auf Höhe des Brandprozent. Kühn-Archiv **12**, 1926, 457.

[7]) Taylor, J. W. und Zehner, M. G., Effect of depth of seeding on the occurence of covered and loose smuts in winter barley. Journ. Am. Soc. Agron. **32**, 1931, 141.

[8]) Hiltner, L., Pflanzenschutz. 2. Aufl. Stuttgart 1926, S. 21.

[9]) Subklew, W., Der augenblickliche Stand der Drahtwurmbekämpfung. Mitt. Deutsche Landw. Ges. **48**, 1933, 522.

[10]) Roemer, Th., Handbuch des Zuckerrübenbaues. Berlin 1927, S. 166.

empfiehlt Briton-Jones nicht zu tiefe Aussaat der Baumwolle, da sie andernfalls dem „Soreshin-Pilz" leicht erliegen kann.[1])

Der Einfluß der Saattiefe braucht sich nun aber keineswegs nur auf die allerjüngsten Entwicklungsstadien der Pflanze zu beschränken, sondern kann sich auch auf spätere erstrecken, so daß er auch in diesen sich in einer Herabsetzung oder Erhöhung des Befalls durch Parasiten auswirken kann.

Wollny[2]) hat über das Auftreten von *Claviceps purpurea* in Abhängigkeit von verschiedenen Saattiefen einen Versuch mit Winterroggen angestellt, der für je 100 Pflanzen folgendes Ergebnis brachte:

Saattiefe	2,5	5,0	7,5	10,0
Roggenkörner (g)	1391	1359	1054	954
Mutterkörner Zahl	200	214	575	947
Gewicht (g) . . .	5,3	8,9	23,6	33,3

Geringere Saattiefe hat nach Wollny auch zur Folge, daß der Raps weniger von *Meligethes aeneus* heimgesucht wird, während umgekehrt Ackerbohnen nicht selten durch Blattläuse weniger geschädigt werden sollen, wenn das Saatgut tiefer untergebracht wird, weil hierdurch der Eintritt der Blüte verzögert wird und so in eine Zeit fällt, in der die Läuse „nicht mehr vorhanden" sein sollen.

Eine wesentlich wichtigere Rolle noch für gesunde Entwicklung spielt die Wahl der richtigen Pflanztiefe im Obstbau. Gaucher[3]) bezeichnet das Auspflanzen geradezu als eine der allerwichtigsten Verrichtungen in der Obstbaumzucht, von welcher stets die Zukunft des Baumes abhänge. Ein zu tief gepflanzter Baum zeigt mäßiges Fortkommen; die verschiedensten Krankheiten wie Spitzendürre, Krebs, Gummifluß und dergleichen finden günstigste Bedingungen.

Schließlich kann zu tiefe Pflanzung auch direkt die Möglichkeit der Infektion erhöhen, wenn diese vom Boden ausgeht.

Small[4]) empfiehlt flache Pflanzung der Erdbeeren, da sonst die Blattstiele mit dem Erdboden in Berührung gelangen und dadurch *Didymella lycopersici* Gelegenheit zur Infektion findet.

6. Standweite

Der Einfluß der Standweite macht sich nach den verschiedensten Richtungen geltend, die für die gesunde Entwicklung der Pflanze von unterschiedlicher Bedeutung sind. Zunächst einmal hat er eine Vergrößerung oder Verringerung des Bodenvolumens zur Folge, das der einzelnen Pflanze zur Verfügung steht. Damit geht eine Änderung in der verfügbaren Nährstoffmenge einher, die jedoch, wie Wollny[2]) nachgewiesen hat, nicht die geringe Ertragsfähigkeit zu dicht bestandener Felder bedingen kann und deshalb auch die Widerstandsfähigkeit der Pflanze kaum nennenswert beeinträchtigen wird. In diesem Sinne

[1]) Nach Braun, H., Der Wurzeltöter der Kartoffel, *Rhizoctonia solani*. Berlin 1930, S. 111.
[2]) Wollny, E., Saat und Pflege der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Berlin 1885, S. 583, 396.
[3]) Gaucher, N., Handbuch der Obstkultur. 3. Aufl. Berlin 1902, S. 222.
[4]) Small, T., A disease of the strawberry plant. Journ. of Pomol. and Hort. science 7, 1928, 212—215.

spricht sich auch Caspar[1]) bei Erörterung der Ursachen aus, die für das stärkere Auftreten des Steinbrandes in dichten Beständen maßgebend sein können. Nur im Obstbau ist mit einer solchen nachteiligen Wirkung zu geringer Pflanzweite zu rechnen. Hier warnt Hiltner[2]) davor, die Bäume zu eng zu setzen, da sie sich sonst späterhin mit dem Größerwerden gegenseitig die Nahrung wegnähmen und den Zutritt des Sonnenlichtes erschwerten und so zum Überhandnehmen mancher Krankheiten Veranlassung gäben. Anders dagegen steht es mit dem Wasservorrat des Bodens, der um so mehr erschöpft wird, je enger die Pflanzen stehen, ohne daß diese Erschöpfung allerdings direkt der Bestandesdichte proportional geht. Da Trockenheit die Vegetationszeit abkürzt, wird zu dichter Stand unter ungünstigen Verhältnissen vorzeitiges Reifen verursachen oder in schweren Fällen zum Absterben der Pflanzen durch Vertrocknen oder Ausbrennen führen. Man wird deshalb unter solchen Bedingungen durch zweckmäßige Regelung der Saatmengen derartigen Schädigungen vorbeugen können.

Die Bodenfeuchtigkeit leitet über zu der zweiten Gruppe von Faktoren, die weitgehend durch die Bestandesdichte beeinflußt werden, zu den mikroklimatischen Faktoren. Auf ihre Bedeutung für das Auftreten von Pflanzenkrankheiten wurde früher schon bei Besprechung der Düngung hingewiesen. Ihre Änderungen als Folge der unterschiedlichen Bestandesdichte sind bereits von Wollny[3]) treffend gekennzeichnet:

„Im Anfange der Entwicklung kann sich ein Unterschied in dem Wachstum verschieden dicht angebauter Pflanzen nach keiner Richtung hin bemerkbar machen. Licht, Wärme und Wasser sind unter solchen Verhältnissen selbst bei den sehr dicht stehenden Pflanzen noch in vollkommen ausreichender Menge disponibel, und das Wurzelsystem ist noch so schwach, daß von einer gegenseitigen Beschränkung in der Nahrungsaufnahme füglich nicht die Rede sein kann. Aber nicht lange, so treten die Unterschiede hervor. Die gegenseitige Beschattung der eng stehenden Pflanzen bedingt zunächst im Vergleich zu den lichter stehenden ein stärkeres Längenwachstum derselben, ein deutlicher Beweis dafür, daß das Licht in seiner Einwirkung eine Einbuße erlitten hat. Gleichzeitig wird die Bodenfeuchtigkeit alteriert, indem die Pflanzen von dieser um so mehr verbrauchten, je dichter ihr Stand ist. Mit fortschreitender Entwicklung wird der Einfluß der verminderten Wasser-, Licht- und Wärmezufuhr bei übermäßig dichter Saat immer fühlbarer hervortreten und die Produktionsfähigkeit der Pflanzen gegenüber derjenigen der innerhalb gewisser Grenzen lichter angebauten zurückbleiben." Noch nicht berücksichtigt ist von Wollny die Luftfeuchtigkeit, die aber nach neueren Untersuchungen gerade eine entscheidende Rolle beim Zustandekommen der Erkrankung spielen kann.

Welcher von diesen Faktoren für die Erkrankung ausschlaggebend ist, läßt sich naturgemäß generell nicht entscheiden, sondern ist von Fall zu Fall verschieden.

Außerdem wird es sich häufig um ein mehr oder minder enges Ineinandergreifen der verschiedenen Faktoren handeln. Mit Schlußfolgerungen muß man deshalb hier außerordentlich vorsichtig sein, wie folgendes Beispiel zeigen mag:

---

[1]) Caspar, R., Über den Einfluß äußerer Faktoren auf den Steinbrandbefall des Weizens. Kühn-Archiv **12**, 1926, 234.

[2]) Hiltner, L., Pflanzenschutz. 2. Aufl. Stuttgart 1926, S. 267.

[3]) Wollny, E., Saat und Pflege der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Berlin 1885, S. 396.

Zavitz[1]) hat Beobachtungen über den Rostbefall des Hafers bei verschiedenen Standweiten angestellt und dabei nachstehende Werte gefunden:

Standweite (cm)	Rostbefall (%)
2,5	11,8
5,0	15,0
7,5	17,8
10,0	20,9
15,0	25,4
20,0	27,7
30,0	33,2

Mit zunehmender Standweite, die auch mit einer kräftigeren Entwicklung der Einzelpflanze verbunden war, stieg demnach der Rostbefall. Ob aber daraus geschlossen werden darf, daß zwischen gesteigerter Wüchsigkeit und vermehrtem Rost ein ursächlicher Zusammenhang besteht, muß bezweifelt werden, da ja mit der größeren Wüchsigkeit die mikroklimatischen Faktoren weitgehend geändert sein können und dadurch der unterschiedliche Befall bedingt sein kann.

Ausreichende Lichtmengen, wie sie ein nicht zu dichter Pflanzenbestand gewährleistet, sind bekanntlich erforderlich, um einer übermäßigen Streckung namentlich der unteren Internodien und der dadurch bedingten Lagergefahr vorzubeugen. Umgekehrt begünstigt reichliche Belichtung durch Beeinflussung der Assimilation der Wirtspflanze den Rostbefall.[2]) Die große Bedeutung der Luftfeuchtigkeit leuchtet ohne weiteres ein, wenn wir an die Abhängigkeit der Sporenkeimung von ausreichender Feuchtigkeit denken. Daß aber die Ausbildung einer wasserdampfgesättigten Atmosphäre innerhalb dicht stehender Pflanzen eher möglich ist als bei sehr weitem Stand, ist mit Sicherheit anzunehmen, wenn auch experimentelle Belege dafür meines Wissens bisher nicht vorliegen. Diese Tatsache macht es ohne weiteres verständlich, daß zur Verhütung pilzparasitärer Erkrankungen vor einem zu dichten Pflanzenbestand gewarnt wird.

Prjanischnikow[3]) empfiehlt zur Herabsetzung des Rostbefalls sämtliche Maßnahmen, die den Luftzutritt zur Pflanze vergrößern, darunter auch die Drillsaat. Gassner[4]) hat allerdings keinen Einfluß der Standweite beobachten können, glaubt aber trotzdem an die Möglichkeit eines solchen. Vermeidung zu dichter Saat soll dem Auftreten von *Erysiphe graminis* sowie von *Gloeosporium Lindemuthianum* und *Ascochyta pisi* vorbeugen.[5]) Prochaska[6]) fordert große Standweite, um die Erkrankung von Mohn durch *Peronospora arborescens* zu verhindern. Bei Neuanlagen von Reben hält Müller[7]) einen Reihenabstand von mindestens 1—1,2 m für angezeigt, damit mehr Luft zwischen den Stöcken hindurchstreichen kann, welche die Blätter rasch abtrocknet. In dem zu dichten Stand der Reben sieht Müller die

---

[1]) Nach Raines, M. A., Vegetative vigor of the host as a factor influencing susceptibility and resistance to certain rust diseases of the higher plants. Am. Journ. Bot. **9**, 1922, 186.

[2]) Gassner, G., Die Frage der Rostanfälligkeit als ernährungsphysiologisches Problem. Angew. Botanik **9**, 1927, 532.

[3]) Prjanischnikow, D. N., Spezieller Pflanzenbau. Berlin 1930, S. 339.

[4]) Gassner, G., Untersuchungen über die Abhängigkeit des Auftretens der Getreideroste vom Entwicklungszustand der Nährpflanze und von äußeren Faktoren. Zentralbl. f. Bakt., Parasitenk. u. Infektionskrankh. II. **44**, 1916, 613.

[5]) Hiltner, L., Pflanzenschutz. 2. Aufl. Berlin 1926, S. 175, 194.

[6]) Prochaska, M., Beobachtungen über das Auftreten von *Peronospora arborescens* (Falscher Mehltau) auf *Papaver somniferum*. Fortschr. d. Landw. **3**, 1930, 613.

[7]) Müller, K., Rebschädlinge und ihre neuzeitliche Bekämpfung. 2. Aufl. Karlsruhe 1922, S. 25.

häufigste Ursache für das Versagen der Peronosporabekämpfung. Die Beispiele ließen sich hier natürlich leicht vermehren, ohne daß freilich meistens der exakte Nachweis für die Berechtigung dieser Maßnahme erbracht ist. Diesen vermißt Janisch[1]) auch für die Behauptung, daß genügende Durchlüftung, wie sie allerdings weniger durch Vergrößerung der Standweite als durch Drillen der Pferdebohnen in der Richtung von Norden nach Süden erreicht werden soll, die Lebensbedingungen für die mehr feuchte und warme Luft liebenden Blattläuse verschlechtere. Andererseits empfiehlt aber auch Speyer[2]), in Gebieten, in denen der Obstbau durch das Auftreten von *Psylla mali* gefährdet ist, eine recht lichte Pflanzweite zu wählen, da sehr dichte Anlagen mit feuchtwarmer, verhältnismäßig wenig bewegter Luft dem Apfelsauger besonders zusagen.

Meistens wird jedoch zur Verhütung von Schäden durch tierische Parasiten engere Standweite empfohlen. Der leitende Gesichtspunkt ist in diesem Fall aber nicht die Beeinflussung der mikroklimatischen Faktoren, vielmehr soll in erster Linie der Schaden gemildert werden durch Erhöhung der Pflanzenzahl, so daß bei der Annahme einer gleichen Anzahl von Schädlingen die einzelne Pflanze unter einem geringeren Befall zu leiden haben wird bzw. für eine steigende Anzahl von Pflanzen die Aussicht besteht, dem Befall zu entgehen.

So halten Crüger und Körting[3]) es für unbedingt notwendig, auf Feldern, die von der Blumenfliege bedroht sind, stärker zu säen als normal. Kleine[4]) hat gefunden, daß die gegenüber *Oscinis frit* anfälligen Hafersorten bei Dünnsaat ganz erheblich stärker geschädigt wurden als bei Dichtsaat. Bei ersterer kam es teilweise zum vollständigen Verlust des gesamten Pflanzenbestandes. Genügend dichte Aussaat der Rüben empfiehlt Prjanischnikow[5]), um zur Zeit des Auftretens der Erdflöhe genügend kräftige und gleichmäßige Pflanzen zu besitzen. Hier ist auch das Vereinzeln der Zuckerrüben in Beziehung zum Auftreten von *Pegomyia hyoscyami* zu erwähnen. Bremer und Kaufmann[6]) raten bei drohendem Rübenfliegenbefall Bestände von mangelnder Wuchsfreudigkeit erst nach der Haupteiablage zu vereinzeln. Denn wenn diese nach dem Vereinzeln einem schweren Befall ausgesetzt sind, so wird die Möglichkeit einer konzentrierten Eiablage oder Masseneinwanderung die Gefahr der Lückenbildung ganz erheblich erhöhen. Auch gegen Aaskäferschäden wird Aufschieben der Verzieharbeiten als bestes Mittel empfohlen.[7])

Ein dichter Bestand kann aber noch auf andere Weise dazu beitragen, den Schaden durch tierische Parasiten zu mildern. Fleischmann[8]) hat beobachtet, daß in dichten Beständen das Ährenschieben früher und schneller vor sich geht als in lockeren, während Sappok[9]) darauf hinweist, daß Dünnsaat den

[1]) Janisch, R., Lebensweise und Systematik der „schwarzen Blattläuse". Arb. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstwirtsch. **14**, 1926, 334.

[2]) Speyer, W., Der Apfelblattsauger, *Psylla mali Schmidberger*. Berlin 1929, S. 101.

[3]) Crüger, O., und Körting, A., Über die Eiablage der Getreideblumenfliege und die unmittelbare Voraussage ihres Schadauftretens. Ztschr. f. Pflanzenkrankh. u. Pflanzensch. **41**, 1931, 55.

[4]) Kleine, Neuere Beobachtungen über *Oscinis frit* und *Thrips* an Hafer. Pflanzenbau **4**, 1927, 81—85.

[5]) Prjanischnikow, D. N., Spezieller Pflanzenbau. Berlin 1930, S. 169.

[6]) Bremer, H., und Kaufmann, O., Die Rübenfliege, *Pegomyia hyoscyami Pz.* Berlin 1931, S. 91.

[7]) Blunck, H., und Janisch, R., Bericht über Versuche zur Bekämpfung der Rübenaaskäfer im Jahre 1923. Arb. Biol. Reichsanst. f. Land- u. Forstwirtsch. **13**, 1925, 470.

[8]) Fleischmann, R., Wirkungen des Halmfliegenbefalls bei verschiedenen Sommerweizensorten. Forsch. d. Landw. **6**, 1931, 193—195.

[9]) Sappok, H., Wie bekämpft man die Weizenmade? Mitt. Deutsche Landw. Ges. **41**, 1926, 648.

Weizen zu starker Bestockung zwingt; dabei bleiben die Seitentriebe dem Haupttrieb gegenüber um 8—14 Tage in der Entwicklung zurück und fallen mit Sicherheit *Chlorops taeniopus* zum Opfer. In der Verlängerung der Bestockungsperiode durch Dünnsaat sehen Blunck und Ludewig[1]) auch eine Begünstigung des Befalls durch *Oscinis frit.* Aufhammer[2]) führt dagegen die Verringerung des Fritfliegenschadens in dichten Beständen auf die raschere Ausbildung an Blattmasse zurück.

Auf eine letzte mögliche Folge der Bestandesdichte für das Auftreten von Krankheiten hat Caspar[3]) hingewiesen. Er beobachtete, daß Weizen bei zunehmender Aussaatmenge in steigendem Maße von *Tilletia tritici* befallen wurde.

Diese Erscheinung läßt sich mit Caspar vielleicht so erklären, daß zunächst mit der größeren Anzahl Körner auch eine größere Menge von Sporen in das Saatbeet gelangt. Je enger nun der Standraum ist, um so geringer ist die Bestockung der Einzelpflanze. Da auf der gleichen Fläche die größere Kornzahl nicht entsprechend mehr Halme und Ähren erzeugt, entfallen auf jeden Halm mehr Brandsporen, die ihn infizieren können.

Auch diese Beobachtung spricht also für die schon aus anderem Grunde geforderte nicht zu dichte Saat zur Einschränkung pilzparasitärer Krankheiten.

Ebenso wie der Standortsverbesserung auch nach der Bestellung noch wichtige Aufgaben erwachsen, brauchen die hygienischen Kulturmaßnahmen, soweit sie die Pflanze unmittelbar zum Gegenstand haben, mit der Bestellung nicht immer abgeschlossen zu sein. Bei feldmäßigem Anbau ist eine weitere hygienische Behandlung allerdings fast stets ausgeschlossen. Höchstens bietet in manchen Fällen noch die Wahl der Erntezeit die Möglichkeit, einer Erkrankung vorzubeugen oder ihr Ausmaß zu mildern.

Hierhin könnte man vielleicht die Empfehlung Tomaszewskis[4]) rechnen, Gallmückenkalamitäten durch eine Mahd zur Zeit der Larvenentwicklung in den Blüten auf ein wirtschaftlich erträgliches Maß herabzudrücken.

Wesentlich günstiger liegen die Verhältnisse, wenn es sich um wertvolle Kulturen handelt, welche eine Pflege der Einzelpflanze erlauben, wie es im Wein- und Hopfenbau, im Obst- und Gartenbau der Fall ist. Auslichten, Ringel- und Schröpfschnitte des Stammes, Beschneiden der Wurzeln seien als Beispiele derartiger Maßnahmen genannt, auf die im einzelnen näher einzugehen hier zu weit führen würde.

---

[1]) Blunck, H., und Ludewig, K., Die Fritfliege. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstwirtsch. Flugblatt 9, 1930.

[2]) Aufhammer, G., Fritfliegenbefall an Gerstensorten. Prakt. Blätter f. Pflanzenbau u. Pflanzensch. **9**, 1931, 8.

[3]) Caspar, R., Über den Einfluß äußerer Faktoren auf den Steinbrandbefall des Weizens. Kühn-Archiv **12**, 1926, 234.

[4]) Tomaszewski, W., Zur Bekämpfung der Gallmücken, deren Larven in den Blüten von Gräsern schmarotzen. Nachrichtenbl. f. d. deutschen Pflanzenschutzdienst **11**, 1931, 89—91.

(Abgeschlossen September 1935.)

B. Entseuchungsmaßnahmen

a) Bodenentseuchung

Von Regierungsrat Dr. H. Thiem, Berlin-Dahlem

Einleitung. — I. Biologische Bodenentseuchung. — II. Physikalische Bodenentseuchung. 1. Mechanische Maßnahmen. 2. Anwendung von Elektrizität. 3. Wärme. — III. Chemische Bodenentseuchung. 1. Schwefel und Sulfide. 2. Säuren. 3. Ammoniumverbindungen. 4. Arsenverbindungen. 5. Leichtmetallverbindungen. 6. Schwermetallverbindungen. 7. Gasförmige organische Verbindungen. 8. Chlorhaltige organische Verbindungen. 9. Schwefelhaltige organische Verbindungen. 10. Phenol- und Nitrophenolverbindungen. 11. Kohlenwasserstoffe und Mineralöle. 12. Teeröle.

Bodenentseuchung (Bodendesinfektion, Bodenreinigung, Partial Sterilization, Ground Disinfection, Désinfection du sol) ist die Befreiung des Bodens von pflanzenschädlichen Organismen. Massenanhäufungen von solchen sind oft die Folge von dauernden Monokulturen und unzweckmäßigen Fruchtfolgen (Bodenverseuchung). Die Bodenschädlinge siedeln sich entweder mehr oder weniger lange auf den unterirdischen Teilen der Pflanzen an und benutzen diese als Nahrungsquelle, oder sie halten sich dauernd im Boden auf und schädigen indirekt, oder sie legen in ihm nur gewisse Entwicklungszustände zurück, um dann die oberirdischen Teile von Kulturpflanzen heimzusuchen.

Die Bodenschädlinge können sein:

I. Tierische Erreger:

1. Parasiten, die von unterirdischen Pflanzenteilen leben und zwar
   a) bleibend (stationär), z. B. Reblaus, pathogene Fadenwürmer;
   b) zeitweilig (temporär, transitorisch), z. B. Engerlinge.
2. Oikositen, die sich im Boden entwickeln oder aufhalten und indirekt schädigen können und zwar
   a) bleibend (stationär)
      aa) durch Nahrungsaufnahme von oberirdischen Pflanzenteilen, z. B. *Lethrus apterus;*
      bb) durch Vernichtung nützlicher Bodenorganismen (Bakterien), z. B. Protozoen;
   b) zeitweilig (temporär), ohne Nahrungsaufnahme; Puppenzustände zahlreicher Insekten, z. B. *Rhagoletis cerasi, Rhynchites betulae.*

II. Pflanzliche Erreger:

1. Parasiten, die unterirdische Pflanzenteile befallen und zerstören; Pilze, Bakterien; z. B. Erreger von Wurzel- und Knollenfäulen.
2. Saprophyten, die von organischen Zersetzungsprodukten leben und indirekt schädigen; z. B. Pilze.
3. Oikositen, die im Boden wachsen und den Kulturpflanzen dadurch Nahrung entziehen; z. B. Unkräuter.

Die wichtigsten bodenbewohnenden pflanzlichen Schädlinge finden sich in folgenden systematischen Gruppen:

Schizomyceten *(Bacterium, Pseudomonas);* Actinomyceten *(Actinomyces);* Zygomyceten *(Mucor, Rhizopus);* Oomyceten *(Aphanomyces, Bremia, Olpidium, Olpidiaster, Phytophthora, Plasmodiophora, Pythium, Synchytrium);* Ascomyceten *(Calonectria, Glomerella, Gibberella, Ophiobolus, Pleospora, Penicillium, Rosellinia, Sclerotinia, Thielavia);* Basidiomyceten *(Armillaria, Hypochnus, Tuburcinia, Typhula);* Fungi imperfecti *(Botrytis, Cylindrocarpon, Cladosporium, Fusarium, Helminthosporium, Moniliopsis, Phymatotrichum, Phoma, Rhizoctonia, Sclerotium, Trichothecium, Verticilium).*

Von tierischen Schädlingen verbringen rund 95% aller Insekten wenigstens einen Teil ihres Lebens im Boden. Die Bodenschädlinge im engeren Sinne gehören in der Hauptsache zu folgenden systematischen Gruppen:

Protozoen *(Mastigophora, Ciliata);* Myriopoden *(Julus, Blaniulus);* Vermes *(Nematoden, Anneliden);* Mollusken *(Pulmonaten);* Orthopteren *(Grylliden);* Isopteren *(Termiten);* Rhynchoten *(Aphiden, Cocciden);* Coleopteren *(Silphiden, Elateriden, Chrysomeliden, Curculioniden, Melolonthiden);* Hymenopteren *(Formiciden);* Lepidopteren *(Hepialiden, Noctuiden);* Dipteren *(Osciniden, Anthomyiden, Tipuliden, Bibioniden);* Mammalia *(Rodentia).*

Nach neueren Untersuchungen[1]) werden auch gewisse Virus-, insbesondere Mosaikkrankheiten mit Erfolg durch Maßnahmen der Bodenentseuchung unterdrückt. Dasselbe trifft seit langem zu gegenüber der auf unbekannter Ursache beruhenden Erscheinung der sogenannten echten Bodenmüdigkeit, z. B. derjenigen der Rebe.[2])

Für die Anwendungsmöglichkeit und den Erfolg der Bodenentseuchung sind verschiedene Faktoren maßgebend, von denen besonders folgende zu nennen sind: die Einflüsse der Maßnahmen bzw. der angewendeten Mittel auf die chemisch-physikalischen Eigenschaften des Bodens und auf seine biotischen Zustände, ihre Wirkungsabhängigkeit von den gegebenen Witterungsverhältnissen und ihre Einwirkung auf den Nachbau. Die Verfahren sollen die Wirtschaftlichkeit der Kulturen nicht in Frage stellen, sich bequem in den Ablauf der landwirtschaftlichen Arbeiten einfügen und in gesundheitlicher Hinsicht für Mensch und Tier nicht nachteilig sein. Gleichzeitig müssen sie auf die Förderung der günstigen Bodeneinflüsse Rücksicht nehmen. In dieser Hinsicht haben sie die Erhaltung der Daseinsbedingungen der nützlichen Bodenorganismen *(Azotobakter, Amylobakter, Clostridium)* bzw. der für das Gedeihen der Kulturpflanzen nützlichen mikrobiellen Umsetzung im Boden (u. a. der Ammonifikation und Nitrifikation) zu gewährleisten.

Die Entseuchung von Böden kann auf biologischem, physikalischem und chemischem Wege erfolgen. Eine scharfe Abgrenzung der Bodenent-

---

[1]) Köhler, E., Viruskrankheiten. Dieses Handb. Bd. 1, II. Teil, 5. Aufl. Berlin 1934, S. 464. — Newhall, A. G., and Chupp, C., Soil treatments for the control of the diseases in the greenhouse and the seedbed. Cornell Extension Bull. **217**, 1931, 4.

[2]) S. 191.

seuchungsverfahren innerhalb der anderen Maßnahmen der Hygiene oder auch gegenüber Maßnahmen der Therapie ist deshalb nicht möglich, weil viele von ihnen gleichfalls auf eine Verminderung der Massenanhäufungen von im Boden vorhandenen pflanzenschädlichen Organismen abzielen.

I. Bodenentseuchung auf biologischem Wege

Als Bodenentseuchung auf biologischem Wege können alle Maßnahmen zusammengefaßt werden, die sich nicht unmittelbar gegen die aus dem Boden zu entfernenden schädlichen Organismen richten, sondern die ihre Verminderung mit Hilfe anderer Pflanzen oder Tiere bzw. Produkte von solchen bezwecken. In Frage kommen u. a. Störung der aufeinander eingestellten Entwicklungen durch Verschiebung der Bestellzeit, Vorenthaltung der Wirtspflanzen durch Fruchtwechsel, Brache oder Sortenwahl, Begünstigung der Feinde, Anlockung durch Fangpflanzen oder Köder. Es handelt sich also um Verfahren, wie sie bereits im letzten Abschnitt der Kulturmaßnahmen besprochen worden sind[1]) oder an anderer Stelle dieses Buches besprochen werden.

Am wichtigsten sind Fruchtwechsel und Sortenwahl; sie bilden unter Umständen die einzigen eine Entseuchung ermöglichenden Verfahren. Um aber die Fruchtfolge erfolgreich in ihren Dienst stellen zu können, muß bekannt sein, wie lange ein Schädling ohne Wirtspflanze im Boden am Leben zu bleiben vermag. In der Mehrzahl der Fälle sind unsere Kenntnisse in dieser Hinsicht noch sehr mangelhaft; nicht zuletzt wegen der unter Umständen langen Dauer der zur Klärung dieser Frage erforderlichen Versuchsanstellung.

Versuche von Schaffnit und Voß[2]) haben gezeigt, daß die Dauersporangien von *Synchytrium endobioticum* mindestens $9^1/_2$ Jahre lang im Boden infektionsfähig bleiben können. Länger laufende Versuche scheinen bisher nicht durchgeführt worden zu sein, so daß sich nichts darüber sagen läßt, nach wie lange währendem Aussetzen des Anbaues krebsanfälliger Sorten ein Boden als völlig entseucht angesehen werden kann. Esmarch[3]) hat sich gegen eine Verallgemeinerung des von Schaffnit und Voß gefundenen Ergebnisses ausgesprochen; er glaubt, daß auf einem alljährlich bearbeitetem Boden mit wesentlich besserer Sauerstoffversorgung sich keine so lange Nachwirkung der Verseuchung ergeben haben würde. In Übereinstimmung mit ihm meint Köhler[4]), daß nach allen vorliegenden Erfahrungen ein Feld nach fünf Jahre währender Ausschaltung krebsanfälliger Kartoffelsorten als praktisch frei von wirksamen Dauersporangien angesehen werden kann. Für *Plasmodiophora brassicae* haben Müller-Thurgau und Osterwalder[5]) festgestellt, daß auf stark verseuchtem Boden ein dreijähriges Aussetzen des Kohlanbaues nicht genügte, um eine vollständige Entseuchung herbeizuführen. Späterhin hat Osterwalder[6]) gefunden, daß selbst nach vier-

[1]) S. 97—130.

[2]) Schaffnit, E., und Voß, G., Versuche zur Bekämpfung des Kartoffelkrebses im Jahre 1915. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. **26**, 1916, 183.

[3]) Esmarch, E., Untersuchungen zur Biologie des Kartoffelkrebses. Angew. Botanik **9**, 1927, 109.

[4]) Köhler, E., Der Kartoffelkrebs und sein Erreger *(Synchytrium endobioticum Schilb. Perc.)*. Landw. Jahrb. **74**, 1931, 747.

[5]) Müller-Thurgau, H., und Osterwalder, A., Weitere Versuche zur Bekämpfung der Kohlhernie. Landw. Jahrb. d. Schweiz **37**, 1923, 177.

[6]) Osterwalder, A., Kohlhernienbekämpfungsversuche. 3. Mitteilung. Landw. Jahrb. d. Schweiz **43**, 1929, 787.

jähriger Unterbrechung des Kohlanbaues viele Sporen des Pilzes nicht abgestorben waren und die Krankheit im fünften Jahr wieder hervorrufen konnten. Rostrup und Thomsen[1]) halten eine völlige Aushungerung von *Heterodera schachtii* für unmöglich. Diese beiden Autoren[2]) haben in zehnjährigen Versuchen mit *Tylenchus dipsaci* auf Klee festgestellt, daß nach neunjährigem Aussetzen des Kleeanbaues der Klee im ersten Jahr möglicherweise verschont bleibt, im zweiten aber höchst wahrscheinlich befallen wird, so daß durch einen solchen Fruchtwechsel der Boden keinesfalls älchenfrei gemacht wird.

Eine weitere wesentliche Voraussetzung für die erfolgreiche Anwendung von Fruchtwechsel und Sortenwahl als Bodenentseuchungsmaßnahme ist die einer genauen Kenntnis des Wirtspflanzenkreises der in Betracht kommenden Schädlinge. Das Ziel, diese durch Vorenthaltung ihrer Wirtspflanzen gewissermaßen auszuhungern, kann aber nur erreicht werden, wenn man sich nicht darauf beschränkt, lediglich die anfälligen Kulturformen vom Anbau auszuschließen, sondern dafür sorgt, daß sich auch unter der spontan auftretenden Flora keine anfälligen Formen befinden, da andernfalls alle Bemühungen um Entseuchung des Bodens durch Fruchtwechsel zur Erfolglosigkeit verurteilt sein können.

Das bekannteste Beispiel hierfür ist der nachteilige Einfluß des Vorkommens namentlich von Cruciferenunkräutern auf Schlägen, die einer sogenannten Rübennematodenreinigungsfruchtfolge unterworfen sind. Rademacher[3]) hat nachgewiesen, daß auch Unkräuter außerhalb der Familie der Cruciferen wie *Stellaria media* und *Plantago lanceolata*, in allerdings sehr geringem Umfang auch *Senecio vernalis* und *Poa annua* von *Heterodera schachtii* befallen werden.

Das Beispiel des Rübennematoden weist auf weitere in diesem Zusammenhange zu beachtende Gesichtspunkte hin. Die Pflanzen zeigen gegenüber *Heterodera schachtii* insofern Unterschiede in ihrem Verhalten, als manche auf die Zysten einen Reiz ausüben und die Larven zum Ausschlüpfen veranlassen, während andere diesen Reiz nicht ausüben und infolgedessen auch nicht befallen werden. Erstere sind als Feind-, letztere als Neutralpflanzen bezeichnet worden.[4]) Durch Anbau von Feindpflanzen kann demnach die Entseuchung beschleunigt werden. Unter bestimmten Voraussetzungen können auch anfällige Pflanzen diesen Zweck erfüllen, indem man sie frühzeitig nach dem Befall vernichtet (Fangpflanzen- und Aktivierungsverfahren). Die Maßnahme wird als biologisches Bekämpfungsverfahren an anderer Stelle dieses Bandes besprochen.

---

[1]) Fuchs, O., Beitr. z. Biologie d. Rübennematoden *Heterodera schachtii*. Z. landwirtsch. Versuchswesen i. Österr. **14**, 1911, 935; Baunacke, W., Untersuchungen z. Biol. u. Bekämpfung d. Rübennematoden *Het. schachtii*. Arb. Biol. Reichsanst. **11**, 1923, 210; Rademacher, B., Die Luzerne und ihre Unkräuter in der Nematodenreinigungsfruchtfolge. Zuckerrübenbau **10**, 1928, 103; Rostrup, S., und Thomsen, M., Die tierischen Schädlinge des Ackerbaues. Berlin 1931, 24 u. 100.

[2]) Rostrup und Thomsen, s. [2]), 16, 36.

[3]) Rademacher, s. [2]).

[4]) Roemer, Th., Handbuch des Zuckerrübenbaues. Berlin 1927, 300 (hier weit. Lit.).

II. Bodenentseuchung auf physikalischem Wege

Hierunter werden Entseuchungsmaßnahmen verstanden, die mechanisch-technischer Art sind sowie solche, bei denen Elektrizität oder Wärme zur Anwendung gelangen. Von den mechanischen Methoden sind hier Bewässerung und Bodenaustausch besprochen worden, da die Verfahren, die auf Kulturtechnik (u. a. Pflügen, Walzen, Anhäufeln), Standortswechsel (Flugsand) und besonderen Herrichtungen (Fanggraben, Schutzkragen u. a.) beruhen, an anderer Stelle des Buches behandelt werden.

1. Mechanische Maßnahmen

α) Bewässerung

(Überschwemmung, Submersion, Inundation, Irrigation, Flooding, Immersion, Submergence)

Das Verfahren besteht in mehr oder weniger regelmäßig wiederkehrender Unterwassersetzung des Geländes während längerer Zeit, um Bodenschädlinge durch Erstickung (Asphyxie) zu vernichten.

In Rußland (Asherbeidshan)[1]) wird es seit Jahrhunderten, in Chile und Argentinien seit Bestehen eines ausgedehnten Weinbaues regelmäßig durchgeführt. In Griechenland hatte es früher große Verbreitung, desgleichen in Frankreich zur Bekämpfung der Reblausseuche, daselbst von Siegle und Foucon 1868 eingeführt (1883 18 000 ha, 1889—1904 jährlich über 30 000 ha Weinberge behandelt).[2])

Hauptvoraussetzungen für die Durchführung dieser Maßnahme sind: Ebene Lage des Geländes, weitgehende Wasserundurchlässigkeit des Untergrundes und, zwecks gleichmäßiger Verteilung des Wassers, Anlage von Dämmen und leicht geneigten Zu- und Abflußgräben. Stehendes, schlammhaltiges Wasser aus Teichen und Seen ist wegen seiner Sauerstoffarmut und seiner düngend wirkenden Rückstände besser geeignet als fließendes klares Wasser; auch bei Bewässerung mit Gebirgswasser können dem Boden erhebliche Mineralsubstanzen zugeführt werden.[3]) Untauglich ist das Verfahren zur Bekämpfung pathogener Pilze und Bakterien im Boden, z. B. auf Beeten in Gewächshäusern.

Um Wurzelfäule der Pflanzen zu verhindern, muß nach der Bewässerung für eine möglichst rasche und gründliche Entwässerung bzw. Trockenlegung des Feldes gesorgt werden.

Ungeeignet sind für die Behandlung zu stark wasserdurchlässige und völlig undurchlässige, also steinige, schotterige, sandige und stark tonige Bodenarten. In Südfrankreich haben sich am besten die herbstlichen Unterwassersetzungen bewährt, indessen sind solche auch im Winter und Sommer durchgeführt worden.

---

[1]) Troitzki, N. N., Die Reblausfrage in Rußland. Anz. f. Schädlingskunde **3**, 1927, 127; Printz, Y. I., (Entomolog. Jahresber. 1925/26). Vitic. Union Concordia, Baku 1926. Ders. *Phylloxera* in Asherbeidshan. Tiflis 1935.

[2]) Mayet, V., Les insectes de la vigne. 1890, S. 123—134, 159, 160; Czéh, A., und Molnár, St. v., Anleitung zum Weinbau in Reblausgebieten. 1895, S. 19—33; Thiem, H. in Müller, K., Weinbaulexikon 1930 (Submersionsverfahren).

[3]) Roemer, Th., Beobachtungen auf dem Gebiete des Ackerbaues i. d. Vereinigten Staaten von Nordamerika. Ber. über Landw., Neue Folge **4**, 1926.

Wegen der ertragsteigernden Wirkung wurde daselbst das Verfahren für Weinberge zu einer bleibenden Kulturmaßnahme.

Abgesehen von *Phylloxera vastatrix* sind künstliche oder natürlich eintretende Unterwassersetzungen erörtert worden gegen Thripsbefall (im Gewächshaus)[1]), *Gryllotalpa vulgaris* (u. a. in Zuckerfeldern auf Java)[2]), *Scutigerella immaculata*[3]) (in den Vereinigten Staaten von Amerika im Winterhalbjahr 2—3 Wochen 30 cm tief), *Acrididae* bei fortgeschrittener Eientwicklung an der unteren Wolga[4]), *Tomaspis saccharina* in Zuckerrohrfeldern auf Trinidad[5]), Engerlinge von *Ligyrus fossator* und *L. fossor* auf Zuckerrohrfeldern in Brasilien[6]), Eier der Pentatomide *Scotinophara lurida* an Reis in China[7]), Eier der Fulgoride *Nisia atrovenosa* an Reis in China[8]), Engerlinge von *Melolontha* in Brasilien[9]), Larven von *Allorrhina* bei einer Einwirkungsdauer von 48 bis 65 Stunden[10]), *Leucopholis irrorata* (einen Tauchversuch von 96 Stunden überlebten 25% Larven, einen solchen von 100 Stunden 72,5%)[11]), Agrotislarven, Carabiden u. a. Insekten an Baumwolle und Mais im Mississippigebiet bei einer Dauer von länger als 1 Woche[12]), Drahtwürmer in japanischen Zuckerrohrfeldern vor der Bepflanzung während 4—5 Tagen[13]), Drahtwürmer in USA. und in Frankreich[14]), *Pectino-*

---

[1]) Wardle, R. A., The relation between degree of infestation and water supplied. Ann. Appl. Biol. **14**, 1927, 482—500.

[2]) Friederichs, s. [6]); Jarvis, E., Cane pest combat and control. Queensland Agr. Jl. **24**, 1925, 219—223.

[3]) Wymore, F. H., The garden centipede, *Scutigerella immaculata*, a pest of economic importance in the west. Jl. Ec. Ent. **17**, 1924, 520—526 u. The garden centipede. Bull. Cal. Agr. Exp. St. **518**, 1931; Labrieu, G., Contribution à l'étude de *Scutig. immacul.* Rev. Zool. Agr. **33**, 1934, 167—174.

[4]) Predtechenskii, S. A., (The acrididae of the lower Volga region). Comment. Inst. Astrach. Defens. Plant. **2**, 1928.

[5]) Smith, E. B., Suggestions for the control of froghoppers on sugar-cane estates. Trinidad and Tobago, Min. and Proc. Froghopper Invest. Comm. **5**, 1926, 118—123.

[6]) Friederichs, K., Die Grundfragen u. Gesetzmäßigkeiten der land- und forstwirtschaftlichen Zoologie. 1930, II, **237**, 293.

[7]) Liu (Chi-ying), (Experiments on the location and submergence of the eggs of *Scotinophara lurida*). Ent. and Phytopath. Hangchow **1**, 1933, 12—16; Commun, R., Travaux d'entomologie. Bull. Econ. Indochine **33**, 1928/29, 1930, 1—28.

[8]) Cheng (Kao-tsiang), (Observations on the morphol. a. hibernation of the rice fulgorid, *Nisia atrovenosa*.) Ent. and Phytopath. Hangchow **2**, 1934, 218—219.

[9]) Les hannetons de la canne à sucre au Brésil. Rev. Scient. (Paris) **55**, 1917, 20.

[10]) Hintze, A. L., The behaviour of the larvae *Cotinis nitida*. Ann. Ent. Soc. America **18**, 1925, 31—34; Price, W. A., The green june beetle in lawns. Jl. Ec. Ent. **27**, 1934, 69; Nichol, A. A., A study of the fig beetle, *Cotinis texana*. Tech. Bull. Ariz. Agr. Exp. St. **55**, 1935, 155—198.

[11]) Lopez, A. W., Ability of mature grubs of *Leucopholis irrorata* to survive submergence in water. Philipp. Jl. Sc. **42**, 1930, 307—308.

[12]) Coad, B. R., Floods disturb balance of nature in the world of insects. Yearbook of Agr. 1927, Wash. 1928; Langston, J. M., Cutworm investigations following the overflow. Quart. Bull. Mississippi Plant Board **8**, 1928, 7—8; Bishara, J., The greasy cutworm *(Agrotis ypsilon)* in Egypt. Bull. Min. Agr. Egypt **114**, 1932.

[13]) Miwa, Y., and Yanagihara, M., The effect of Elaterid beetles on sugar-cane planting in Formosa. Jl. Trop. Agr. **1**, 1929, 275—289.

[14]) Mesnil, L., Nos connaissances actuelles sur les Elaterides nuisibles en France. Rev. Path. vég. Ent. agr. **17**, 1930, 178—204.

phora gossypiella im Überschwemmungsgebiet des Nils in Ägypten[1]), Larven von *Diatraea saccharalis* bei Stauung großer Wasserflächen in USA.[2]), *Aegeria rutilans* in Oregon[3]), Larven von *Schoenobius* in Reisstoppeln.[4])

Der Erfolg der Bewässerung hängt ab von der Widerstandsfähigkeit der Schädlinge gegen Sauerstoffmangel und vom Grad der Luftverdrängung aus dem behandelten Boden. Letzterer ist abhängig u. a. von der Bodenart, Feuchtigkeit, Dauer der Bewässerung. Pflanzliche und tierische Organismen sind während ihrer Entwicklung empfindlicher als nach Abschluß derselben; im ersteren Zustand wirkt die Bewässerung im allgemeinen schneller, im letzteren langsamer. Die Behandlung junger Pflanzen ist wegen ihrer größeren Empfindlichkeit riskanter und wird deshalb weniger bevorzugt. Die künstliche Bewässerung ist somit kein Radikalmittel.

In Frankreich mußte das Verfahren gegen die Wurzelläuse der Reblaus jährlich wiederholt werden. Von *Heterodera radicicola* verseuchte Böden waren in allen Fällen erst nach einer 4—5 Monate langen Bewässerung entseucht, nach einer Unterwassersetzung von 6 Wochen waren noch Nematoden vorhanden.[5]) Stift[6]) fand auf einem befallenen Acker nach fast 4 Monate langer Überflutung an nachher eingesäten Rübenpflanzen noch *Heterodera schachtii*. Nematodenkranke Pflanzen wurden bei Zimmertemperatur erst nach 9 Monate langer Unterwassersetzung befallsfrei.[7])

Die Larven von *Tipula paludosa*[8]) werden durch Überschwemmung der Wiesen im Winter nicht getötet; sie vertragen sogar einige Zeit Salzwasser. Überwinternde Larven von *Pyrausta nubilalis*[9]) vermögen innerhalb der Maisstengel Überflutungen länger als 100 Tage zu überstehen.

Mit anhaltender oder oft wiederholter Unterwassersetzung können erhebliche Nachteile verbunden sein, z. B. Begünstigung der Wurzelfäule bei zu langsamer

---

[1]) Willcocks, F. C., What effect has flooding of a cotton field by infiltration from high Nile on the numbers of the pink bollworm in that field? Bull. Soc. Ent. Egypt **4**, 1916, 105—108; Dudgeon, G. C., and Cartwright, W., Treatment of cotton in the field as a combative measure against *Gelechia* attacks. Agr. Jl. Egypt **7**, 1917, 120—133; Cartwright, W., ibid. **8**, 1918, 43—53.

[2]) Holloway, T. E., Haley, W. E., Loftin, U. C. a. Heinrich, C., The sugar-cane moth borer in the United States. U. S. Dep. Agr. Techn. Bull. **41**, 1928.

[3]) Thompson, B. G., The Aegeriidae or clearing moths occurring in Oregon. 19. Bienn. Rep. Oreg. Bd. Hort. 1927, 125—138.

[4]) Liu and Ma, Spring submergence of rice stubbles as a control measure of the rice-borers. Ent. and Phytopath. Hangchow **1**, 1933, 443—451.

[5]) Watson, J. R., Control of root-knot. Florida Agr. Exp. St., Bull. **159**, 1921, und Jl. Ec. Ent. **17**, 1924, 225—229; Jones, L. H., Eradication of nematodes and parasitic fungi in greenhouse soils. Mass. Ent. St. Bull. **247**, 1929, 310; Brown, L. N., Flooding to control root-knot nematodes. Jl. Agr. Res. **47**, 1933, 883—888.

[6]) Stift, A., Bekämpfung der Rübennematoden durch Überflutung. Wiener Landw. Zeitung **53**, 1903, 621—622.

[7]) Müller, H. C., und Molz, E., Versuche zur Bekämpfung der Rübennematoden *Het. schachtii*. Z. Ver. Deutsch. Zuckerindustrie **51**, 1914, 1034.

[8]) Bodenheimer, F. S., Beitr. z. Kenntnis von *Tipula oleracea*. Z. angew. Ent. **9**, 1923, 34—36.

[9]) Crowell, M. E., The european cornborer: Relation of the larvae to submergence. New Hampshire Agr. Exp. St., Techn. Bull. **30**, 1926.

Entwässerung, umfangreiche Vernichtung von Insektenparasiten, verminderte Widerstandsfähigkeit der Pflanzen gegen Parasitenbefall.[1]) Auf die letztere Erscheinung hat vor allem Lees[2]) hingewiesen. *Fraxinus excelsior* leidet in Sumpf- und Überschwemmungsgebieten auffällig stark unter Befall von *Eulecanium corni*.

Auf den Vorteil örtlich beschränkter Bewässerungen, z. B. gegen die Maulwurfsgrille sowie gelegentlicher Überschwemmungen gegen Hamster und Feldmaus, sei hingewiesen.

β) **Bodenaustausch**

Diese Maßnahme ist bei Ersatz kleiner, durch Kultur und Schädlinge entwerteter Erdmengen (in Saatbeeten, Gewächshäusern) gebräuchlich; sie ist zu empfehlen, wenn wirklich gesunde, frische Erde zur Verfügung steht, die nicht mit bereits gebrauchter in Berührung gekommen ist. Hauptnachteil des Verfahrens ist — abgesehen von den ziemlich beträchtlichen Transportkosten, dem erhöhten Verbrauch von Düngemitteln, der Schwierigkeit, frische Erde unverseucht zu lagern — die Gefahr rascher Verseuchung des frischen Bodens vom Untergrund, von den Wänden und Röhren der Gewächshäuser und der Saatbeete, sowie von den Transportgeräten (Schaufeln, Spaten, Karren) und den Stiefeln des Arbeitspersonals aus. Diese Infektionsquellen können nur bei Anwendung von Entseuchungsmitteln vermieden werden.

2. Anwendung von Elektrizität

Die wiederholt angeregte und versuchsweise im Freiland durchgeführte Bodenentseuchung auf elektrischem Wege, z. B. gegen *Phylloxera vastatrix*, *Heterodera schachtii*, Elateridenlarven, ist bisher ergebnislos verlaufen.[3]) Desgleichen hat die Behandlung von mit Kartoffelkrebs verseuchtem Kompost keinen eindeutigen Einfluß gehabt.[4]) Die Schwierigkeit des Verfahrens liegt in dem außerordentlich hohen Widerstand der Erde und der geringen Empfindlichkeit der Bodenorganismen gegen elektrische Ströme. Der Boden wird in der Nähe der versenkten Metallplatten rascher erhitzt und trocken.

---

[1]) Howard, A., The influence of soil factors on disease resistance. Ann. Appl. Biol. **7**, 1921, 373—389.

[2]) Lees, A. H., Insect attack and the internal condition of the plant. Ann. Appl. Biol. **13**, 1926, 506—515.

[3]) Denkschrift über Bekämpfung der Reblaus f. 1896, S. 75, 1898, S. 86, 1905, S. 106; Weinlaube **38**, 1906, 217—218; Tempel, W., Ein Versuch zur Drahtwurmbekämpfung mittels elektrischen Stromes. Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzdienst **3**, 1923, 60; Kind, W., Elektrische Bodenerwärmung. Technik d. Landw. **10**, 1929, 285—290; Riede, W., Elektrizität und Pflanzenwachstum. Gartenbauwissensch. **1**, 1929, 431; Headlee, T. J., The differential between the effect of radio waves on insects and on plants. Jl. Ec. Ent. **24**, 1931, 427—437; Carney, L. B., Electric soil sterilization. Agr. Engin. **13**, 1932, 95—96; Dix, W., und Rauterberg, E., Die Sterilisation des Bodens mit Hilfe des elektr. Stromes. Arch. Pflanzenbau **10**, 1934, 172—190; Krewatch, A. V., and Kable, G. W., Electric soil sterilization. Nat. Rur. Elect. Proj. Coll., Park, Md., Rpt. M. **11—15**, 1933; Suhr, H., Ein Versuch zur Bekämpfung des Rübennematoden *Het. schachtii* durch Elektrizität (Dissertation Kiel 1931). Ref. Z. f. Pflanzenkrankh. u. Pflanzenschutz **43**, 1933, 689.

[4]) Dix und Kühlmorgen, Untersuchungen über Keimung der Dauersporangien von *Synchytrium endobioticum*. Pflanzenbau **9**, 1932/33, 209—216.

Newhall[1]) berichtet neuerdings über günstig verlaufene Versuche zur Entseuchung von kleinen Erdmengen in kastenartigen Behältern, einem Ohio- oder Widerstandstyp mit horizontalen Elektroden an Deckel und Boden, 0,07 cbm fassend, und einem Neuyork-Typ mit Heizelementen, 0,14 cbm fassend. Für den Erfolg des Verfahrens ist die Regulierung des Feuchtigkeitsgehaltes der Erde von ausschlaggebender Bedeutung. Die Vitalität der vorhandenen Entwicklungszustände der Organismen ist in trocknen Böden bedeutend größer als in feuchten. Der Feuchtigkeitsgehalt der zu entseuchenden Erde soll bei Beginn der Behandlung etwa $\frac{2}{3}$ ihrer Wasserkapazität betragen bzw. etwas höher sein, als die Pflanzen optimal zum Wachstum benötigen. Unter solchen Bedingungen wirkt die elektrische Bodenentseuchung tödlich auf pathogene Bakterien bei 46—56° (seltener bei 60—68°), auf pathogene Pilze unter 70°, *Heterodera marioni* bei 43° und inaktivierend auf Vira bei 70° und 90°. Die Kosten des Verfahrens betragen bei Erhitzung von 0,028 cbm auf 70° 3—6 cents (Verbrauch 1—2 kwh; 1 kwh 3 cents).

3. Anwendung von Wärme

Wärmeenergie findet vornehmlich praktische Verwendung zur Entseuchung von Gewächshaus- und anderen Anzuchtböden. Die verschiedenen Anwendungsformen beruhen auf der Grunderscheinung, daß das an bestimmte Temperaturen gebundene Leben der Organismen bei deren Überschreitung zerstört wird, sowie auf dem alten Erfahrungssatz, daß bei zweckmäßiger Durchführung der Maßnahme der Ertragswert des Bodens nicht gemindert, sondern im Gegenteil beträchtlich gesteigert wird. Dabei ist Voraussetzung, daß die biotischen und abiotischen Eigenschaften des Bodens erhalten bleiben, d. h. daß der Boden nicht totgebrannt und nicht völlig sterilisiert wird. Bei starker Überhitzung wird der Boden bleibend verändert; seine Regeneration ist langwierig und umständlich, unter Umständen überhaupt nicht mehr möglich. Die verschiedenen Kulturböden verhalten sich in dieser Hinsicht unterschiedlich.[2])

α) Trockene Hitze

Die älteste Anwendungsform (bei Indiern[3]), Ägyptern, Indianern) ist das Bodenfeuer (Stoppel-, Feldrain-, Grasflächen- und Waldstreifenabbrennen) oder das Verbrennen zusammengezogener Erntereste[4]), um die Fruchtbarkeit des Bodens infolge mikrobiologischer, physikalischer und physiologischer Veränderungen zu heben und schädliche Insekten *(Thrips, Piesma quadrata, Blissus leucopterus, Nisia atrovenosa)* zu vernichten. Nach Stebutt[5]) ist im Gebiet

[1]) Newhall, A. G., The theory and practice of soil sterilization. Agr. Engin. **16**, 1935, 65—70; Newhall, A. G., and Nixon, M. W., Disinfesting soils by electric pasteurization. Corn. Univ. Agr. Exp. St., Bull. **636**, 1935, 20 S. (hier weit. Literatur).

[2]) Schulze, C., Einige Beobachtungen über die Einwirkung der Bodensterilisation auf die Entwicklung der Pflanzen. Landw. Versuchsstation **65**, 1906, 137—147.

[3]) Mann, H. H., Joshi, N. V., and Kanitkar, N. V., The "rab"-system of rice cultivation in Western India. Mem. Dep. Agr. India, Chem. Ser. **2**, 1912, 141; Thompstone, E., Agr. Jl. India **11**, 1916, 204—205.

[4]) Burgess, R., A contribution to the study of the effect of partial sterilization of soil by heat. Zentralbl. Bakteriol. 2. Abt., **78**, 1929, 497.

[5]) Stebutt, A., Lehrbuch d. allgemeinen Bodenkunde. Berlin 1930, 337.

der Urwälder von Nordrußland das Waldbrennen noch üblich. Das Boden- und Erdbrennen wird u. a. so durchgeführt, daß man Langholz, Stroh, Stoppeln usw. auf der zu schützenden Bodenfläche ausbreitet und abbrennt. Die zurückbleibende und untergehackte Holzasche wirkt düngend, indessen ist die Tiefenwirkung der erzeugten Hitze schwankend und unsicher (oberflächlich bis 10 mm 111°, bis 2,5 cm 75°).[1]) Durch Abbrennen von Busch- und Blockholz soll die Wildfeuerkrankheit unterbunden werden können.[2])

In Indien reicht in der Ebene die natürliche oberflächliche Hitze aus, um *Phytophthora infestans* zu töten und im darauffolgenden Jahr die betreffenden Felder erneut mit Kartoffeln bepflanzen zu können.[3]) Die in Ägypten zwischen der Ernte der Winterfrucht und der Nilüberschwemmung übliche Bracheperiode *(sheraqui)* wird im Sinne einer natürlichen Bodenentseuchung gedeutet.[4]) In Hawai erreichen die Bodentemperaturen im Freien und in mit Papier bedecktem (gemulchtem) Felde tagsüber eine Höhe, daß *Heterodera radicicola* oberflächlich bis zu einer Tiefe von 7,5 cm zugrunde geht. Zur Bekämpfung des Schädlings wird tiefgründiges Umpflügen empfohlen, um auch die unteren Bodenschichten auszutrocknen.[5]) Auch innerhalb der gemäßigten Zone bewirkt anhaltende Trockenheit, oberflächliches Austrocknen des Bodens durch die Sonne oder häufiges Wenden desselben weitgehende Veränderungen im Bestande der Mikroorganismen sowie der Kohlensäure- und Nitratbildung.[6])

Bei Ausnützung der Sonnenenergie oder der Plätze vor Feuerungsanlagen können kleine Erdmengen während 1—2 Wochen völlig lufttrocken und dadurch nematodenfrei gemacht werden; nicht getötet werden auf diese Weise parasitische Pilze und Bakterien.[7])

---

[1]) Peters, L., und Schwartz, M., Krankheiten und Beschädigungen des Tabaks. Mitt. Biolog. Reichsanst. H. 13, 1912, 18; Parks, T. H., Fall practices to destroy cereal crop insects. Mthly. Bull. Ohio, Agr. Exp. St. **35**, 1918, 333—336; Yucht, Kiefernspannerbekämpfung. Z. angew. Entom. **11**, 1925, 234; Goesch, Wendt, Guderian, Grünberg in: Der Deutsche Forstwirt **11**, 1929, 69, 139, 573, 602.

[2]) Berthold, Th., Zur Verhütung d. Wildfeuerkrankheit im Tabaksaatbeet. Mitt. Deutsch. Landw. Ges. **47**, 1932, 784—785.

[3]) Miège, s. S. 168[8]).

[4]) Prescott, J. A., A notice on the *sheraqui* soils of Egypt. A study in partial sterilization. Jl. Agr. Sci. **10**, 1920, 177—181.

[5]) Hagan, H. R., Die in den Ananasfeldern von Hawai herrschenden Bodentemperaturen und ihre Beziehungen zu der Nematode *Het. radicicola*. Soil Sci. **36**, 1933, 83.

[6]) Richter, L., Über die Veränderungen, welche der Boden durch Sterilisieren erleidet. Landw. Vers. Stat. **47**, 1896, 269; Rahn, O., Bakteriol. Untersuch. über das Trocknen des Bodens. Zentralbl. Bakteriol. 2. Abt., **20**, 1908, 38—61; Ritter, G., Das Trocknen der Erden. Zentralbl. Bakt. 2. Abt., **33**, 1912, 116; Kelley, W. P., and Mc George, W., The effect of heat on Hawaiian soils. Hawaii Agr. Exp. St. Bull. **30**, 1913; Aquatias, P., Installation pour stériliser la terre par la chaleur sèche. Gard. Chron. **59**, 1916, 10; Waksman, S. A., and Starkey, R. L., Partial Sterilization of soil, microbiological activities and soil fertility. Soil Sci. **16**, 1923, 137—156, 247—268, 343—358; Waksman, S. A., Der gegenwärtige Stand der Bodenmikrobiologie und ihre Anwendung auf Bodenfruchtbarkeit und Pflanzenwachstum. Berlin 1930; Bremer, H., Unters. über Biologie und Bekämpfung des Erregers der Kohlhernie. Landw. Jahrb. **59**, 1924, 234; Düggeli, M., Der Einfluß des Austrocknens auf die Bakterien des Bodens. Ber. Schweiz. Bot. Ges. **38**, 1929; Burgess, s. S. 139[4]); Niklas, H., Czibulka, F., und Hock, A., Bodenkunde. Band 1. Literatursammlung d. Agricultur-Chemie. 1931, 620.

[7]) Jones, s. S. 137[5]); Newhall and Chupp, s. S. 132[1]), 44.

Bei der in gewissen Fällen leicht durchführbaren und billigen Art der Anwendung von trockener Hitze gehen jedoch wertvolle adsorptionsfähige Humusstoffe verloren und werden zahlreiche nützliche Insektenparasiten vernichtet; auch ist die Wirkung nicht immer gesichert.

Die entseuchende Wirkung der Bodenfeuer suchte man zu verbessern durch Begießen der Bodenoberfläche mit brennbaren Schwerölen oder unter Zuhilfenahme von Flammenwerfern, aus deren Spritzdüse Öl verspritzt wurde.[1]) Milbrath[2]) vermochte eine größere von *Lippia nodiflora* bewachsene Fläche durch Übergießen und Anzünden von Öl von *Sclerotium rolfsii* nicht zu entseuchen. Unmittelbar nach erfolgter Verbrennung des Öles hatte der Boden in 10 cm Tiefe nur eine Temperatur von kaum 4°. Bertus[3]) verbrannte die befallenen Pflanzen an Ort und Stelle und behandelte darauf die Bodenoberfläche mit einem Fungizid. Gegen Puppen von *Rhagoletis cerasi* konnte der Boden bis zu 3 cm Tiefe weder durch 1—4 l/qm Petroleum, das angezündet wurde, noch durch große Ätzkalkgaben auf die benötigte Abtötungstemperatur gebracht werden.[4]) Kein praktisches Ergebnis hatten Versuche gegen Kartoffelkäfer bei Anwendung von Petroleum und Schwerölen.[5]) Dasselbe war gegenüber Kartoffelkrebs der Fall durch Verbrennen von Thermit (eine Mischung von Aluminium und Eisenoxyduloxyd[6]), das beim Verbrennen 3000° erzeugt.

Demgegenüber führt man in England die nach den Kriegsjahren aufgetretenen Graseulenkalamitäten auf die Unterlassung des früher im März und April geübten Abbrennens der Grasflächen zurück.[7])

Das Erhitzen der Bodenkrume durch fahrbare Geräte (Dampfpfannen) blieb im Großen unwirksam; infolge Überhitzung führte es sogar zur Verschlechterung der Wasseraufnahmefähigkeit der Bodenoberfläche.[8]) Die für derartige Zwecke auf der Versuchsstation zu Rothamsted erfundene Maschine scheint sich nicht bewährt zu haben.[9])

In England und Amerika findet trockene Hitze (baking) praktische Anwendung zur Behandlung kleiner Erdmengen in Pfannen (in einfachster Form ein über eine Heizröhre gelegtes Eisenblech), festen oder fahrbaren Spezialöfen (Systeme Holmes und Sterilatum) oder selbstgemauerten, mit Heiz-

---

[1]) Feytaud, J., Étude sur le doryphore et les moyens de le détruire. Ann. Epiphyt. **9**, 1923, 209—306 und La lutte contre le doryphore. C. R. Acad. Agr. France **9**, 1923, 77, 271, 292. 336; Boischot, P., La désinfection des sols, ses applications en culture maraîchère. C. R. Séances 1927, 260.

[2]) Milbrath, D. G., Treatment of soil for prevention of plant diseases. Dep. Agr. St. Calif., Mo. Bull. **18**, 1929.

[3]) Bertus, L. S., A sclerotial disease of groundnut caused by *Sclerotium rolfsii*. Abst. Ceylon Dep. Agr. Yearbook 1927, 41—43.

[4]) Wiesmann, R., Untersuch. über Lebensgeschichte und Bekämpfung der Kirschfliege. Landw. Jahrb. Schweiz **34**, 1933, 751.

[5]) Feytaud, s. [1]).

[6]) Köck, G., und Greisenegger, K., Kartoffelkrebsversuche. Neuh. a. d. Gebiet des Pflanzenschutzes **26**, 1933, 122—123.

[7]) Rostrup und Thomsen, s. S. 134[2]), 230.

[8]) Gifford, C. M., The damping off of coniferous seedlings. Vermont Exp. St., Bull. **157**, 1911, 143—171.

[9]) The breaking up of grassland. Rothamsted Exp. St. Rep. 1915/17. 1918, 9—12.

rost, Leitungskanälen und „Backraum" versehenen Einrichtungen (System Warburton Baking Apparatus).[1]) Das Verfahren erfordert größere Umsicht als die Anwendung von feuchter Hitze, zerstört aber die organischen Bestandteile des Bodens gründlicher. Wegen der Vernichtung von Bodenkolloiden ist trocken erhitzte Erde für Topfkulturen weniger geeignet, da sie leichter austrocknet und lange keim- und wachstumsverzögernd wirkt; sie wird deshalb häufig mit jungfräulichem Boden gemischt. Eine Überhitzung auf mehr als 100° ist durch wiederholtes Umbetten und Unterhaltung schwacher Feuer zu vermeiden. Die behandelte Erde bedarf einer Erholung bzw. Lagerung von 6 Wochen.

Das auf einer Eisenplatte vorgenommene Erhitzen (70°) nematoden- und pilzverseuchter Erde, die alsbald benutzt werden kann, ist wiederholt beschrieben worden.[2]) Nematodenverseuchte Erde von Gewächshausbänken kann auch durch tagelange Feuerung bei einer Lufttemperatur von 71° und einer Bodentemperatur von 60° wirksam entseucht werden.[3])

β) Heißwasser

Das Heißwasserverfahren kommt in erster Linie zur Entseuchung von Samen und Versandpflanzen zur Anwendung. Zur Behandlung verseuchter Freilandböden, z. B. gegen Nematoden, Ameisen, Blutlaus, *Sanninoidea exitiosa*, ist es wegen zu rascher Abkühlung des siedenden Wassers bei Berührung mit dem Boden nur in seltenen Fällen geeignet. Wiesmann vermochte mit 2—5 l/qm siedendem Wasser die für Puppen von *Rhagoletis cerasi* nötige Abtötungstemperatur von 50—55° nicht zu erreichen.[4]) Die Maßnahme ist lediglich zur Entseuchung kleiner, wertvoller, zuvor durch Umarbeitung gelockerter und gelüfteter Erdmengen in Anzuchtkästen gegen Setzlings- und Keimlingskrankheiten brauchbar. Auf 1 l trockenen Boden rechnet man $\frac{2}{3}$—1 l kochenden Wassers. Unmittelbar nach der rasch zu erfolgenden Begießung muß der behandelte Boden sorgfältig bedeckt werden. Für noch kleinere Mengen ist auch ein $\frac{1}{2}$stündiges Erhitzen im Kochtopf empfohlen worden.[5])

Stehen größere Kochtöpfe oder Waschkessel zur Verfügung, so eignet sich kochendes Wasser auch zur Entseuchung von Pflanztöpfen und Pikierkästen. Mit Erde gefüllte 10-cm-Töpfe sind 5 Minuten unterzutauchen, 2,5—5 cm hohe Pikierkästen etwas länger. In Waschkesseln mit eingebautem Zwischenboden können bei lebhafter Feuerung 2—3 10-cm-Töpfe gleichzeitig entseucht werden.[6])

[1]) Bewley, W. F., Practical soil sterilization with special reference to glasshouse crops. Min. Agr. and Fish, Bull. **22**, 1931, 17—22; The practical sterilization by heat of small quantities of soil. Jl. Min. Agr. **36**, 1929, 623—634; Newhall and Chupp, s. S. 132[1]), 42; Schoevers, T. A. C., Grondonsmetting. Versl. Mededeel. Plantenziektenkund. Dienst, Wageningen **63**, 1931, 26; Schwartz, G., Bodendämpfung als Kulturfaktor zur Bodenverbesserung im Gartenbau. Z. Pflanzenkrankh. u. Pflanzenschutz **42**, 1932, 215.

[2]) Peters und Schwartz, s. S. 140[1]), 19; Gandrup, J., Overaaltjes en achterlijke tabaksbibit. Meded. Besoekisch Proefst. **39**, 1925, 10—14.

[3]) Work with economic insects at the Kentucky Station. Kent. St. Rep. 1929, 36, 37, 40.

[4]) Wiesmann, s. S. 141[4]), 751.

[5]) Peters und Schwartz, s. S. 140[1]), 20; Byars, L. P., and Gilbert, W. W., Soil disinfection by hot water to control the root-knot nematode and parasitic soil fungi. U. S. Dep. Agr., Bull. **818**, 1920; Zimmerly, H., and Spencer, H., Hot water treatment for nematode control. Virg. Truck. Exp. St., Bull. **43**, 1923, 267—278.

[6]) Newhall and Chupp, s. S. 132[1]), 43—44.

Nach Byars und Gilbert gehen *Pythium debaryanum* und *Rhizoctonia* in Böden, die 5 Minuten in Wasser von 98° untergetaucht wurden, zugrunde. Dieselben Pilze, wie auch *Heterodera radicicola* werden in 20 cm großen Töpfen vernichtet, wenn die verseuchte Erde mit 3,5 l Wasser von 98° begossen wird.

In Gewächshäusern können Nematoden bis zu 60 cm Tiefe vernichtet werden, wenn der zuvor aufgelockerte Boden nach erfolgter Heißwasserbehandlung mit Zeltplanen bedeckt wird; bei Verwendung von etwa 27 l kochenden Wassers auf 0,03 cbm oder 0,09 qm bleiben nach 9—24 Stunden noch über 47° Wärme erhalten. Bei Abtragung der stark verseuchten Oberschicht kann der Untergrund mit kochendem Wasser (10 l/qm) übergossen werden.[1]) Wasser von 60—71° entseucht zu unregelmäßig; außerdem benötigt der behandelte Bodenwegen starker Verschlämmung längere Zeit zum Trocknen. Im Sandboden werden Nematoden nur bis zu einer Tiefe von 7,5 cm vernichtet.

γ) Dampf

Die Anwendung von Wasserdampf gilt übereinstimmend als das wirksamste und beste Verfahren zur Entseuchung verseuchter Böden in Gewächshäusern, von Anzuchtböden und hochwertigen Freilandkulturen.[2]) In Amerika, England, Holland und Belgien findet es in der Praxis weitgehende Beachtung; neuerdings hat es durch G. Schwartz auch in Deutschland Eingang gefunden. Wenn es zunächst auch ziemlich beträchtliche Einrichtungskosten erfordert oder Anschluß an industrielle Fernleitungen voraussetzt, so hat es andererseits den großen Vorzug, daß der Boden nicht überhitzt oder verschlämmt wird und daß er unter Umständen bereits nach erfolgter Abkühlung verwendungsfähig ist. Indessen ist auch hier ein 3—8 Wochen langes Lagern von Vorteil. Die erfolgreich gedämpfte

[1]) Russel, E. J., The partial sterilization of soils. Jl. Hort. Soc. **45**, 1920, 237—246; Robb, O. J., Control of nematodes. Ont. Dep. Agr. **21**. Rep. Veget. Growers' Assoc. 1925, 1926, 41—43; Trappmann, W., Schädlingsbekämpfung im Gewächshaus. Flugbl. d. Biolog. Reichsanst. **104—108**, 1933, 4.

[2]) Selby, A. D., and Humbert, J. G., Methods for soil sterilization for plant-beds and greenhouses. Ohio Agr. Exp. St. Circ. **151**, 1915, 65—74; Taubenhaus, J. J., Diseases of greenhouse crops and their control. N. York. 1919; Elveden, V. A., A contribution to the investigation into the results of partial sterilization of the soil by heat. Jl. Agr. Sci. **11**, 1921, 197—209; Hunt, N. R., and O'Donnel, F. G., Soil temperatures obtained under a steam pan. Phytopathol. **12**, 1922, 53; Parker, T., The suppression of insect pests and fungoid diseases. The fumigation and disinfection of glasshouses. Bur. Biol. Techn. Bull. **8**, 1923, 244—248; Ders., General principles relating to the control of insect pests and fungoid diseases. Hort. Trade Jl. 1926, 35 S.; Sterilizing soil controls diseases. Ohio St., Bimo. Bull. **10**, 1925, 169; Slogteren, E. v., Het steriliseeren van de grond door middel van stoom. Weekbl. v. Bloembollencultuur **37**, 1926, 76—79, 85—86. (Meded. 26, Lab. bloembollenonderzoek te Lisse); Shewell-Cooper, W. E., Soil sterilization, an easy method. Fruit Grower **66**, 1928, 719; Kotte, W., Der Pflanzenschutz im holländischen Blumenzwiebelbau. Der Blumen- und Pflanzenbau **44**, 1929, 97—99; Wiersma, K., in Schoevers, T. A. C., De Tomaat. 1929 (Doetinchem); Bewley, W. F., Practical soil sterilization by heat for glasshouse crops. Jl. Min. Agr. **33**, 1926, 297; Diseases of glasshouse plants. London 1928; Newhall and Chupp, s. S. 132[1]); Schoevers, s. S. 142[1]); Berthold, s. S. 140[2]); Dänhardt, W., Erdsterilisation in Gewächshäusern durch Dämpfen. Gartenwelt **35**, 1931, 494—496; Liesau, O. F., Zur Biologie von *Didymella lycopersici*, dem Erreger der Tomatenkrebskrankheit. Phytopathol. Z. **5**, 1933, 37; Schwartz, G., Bodenregeneration durch Dampfbehandlung gärtn. Kulturpflanzen. II. Die Wärmeverteilung im Boden. Gartenbauwissensch. **7**, 1933, 646—672.

Erde ist pilz- und unkrautfrei und begünstigt im allgemeinen das gesunde Wachstum der Pflanzen.

Die Durchführung einer im Verhältnis zum Kostenaufwand wirksamen Dämpfung erfordert die volle Aufmerksamkeit des Unternehmers. Er hat sich zuvor davon zu überzeugen, daß der Dampfdruck hoch genug ist, ausreichende Dampfmengen zur Verfügung stehen und die Wirkungsdauer genügt, um die Schädlinge auch in den tieferen Bodenschichten zu vernichten. Die Wiederverseuchung des Bodens ist zu unterbinden. An den Wänden, Pfosten usw. dürfen keine unbehandelten Erdteilchen zurückbleiben, auch sind Schuhe und Handwerkszeuge der Arbeiter durch Eintauchen in 5%ige Formalinlösung ausreichend zu entseuchen.

Ein gut gelockerter mittelfeuchter Boden erhitzt sich am schnellsten. Im allgemeinen benötigt trockene Erde 3—4 mal soviel Wärmeenergie wie dieselbe Gewichtsmenge Wasser. Die Erhitzung des Bodens ist um so schwieriger, je nasser er ist. Nasse Böden sind daher vor Ausführung der Dämpfung durch tiefes Umarbeiten zu lockern und zu entfeuchten. Diese Maßnahme ist unter Umständen wichtiger als die Auswahl der Art des Gerätes; bei der Behandlung schwerer Böden ist sie hinsichtlich der Tiefenwirkung sogar ausschlaggebend.

Ferner ist zu beachten, daß bei nicht genügend hohem Dampfdruck sowie bei zu niedriger Temperatur infolge Kondensation des Wassers der Boden leicht verschlämmt. Je trockener und lockerer dieser ist, desto geringer ist besonders bei Verwendung von Niederdampfdruck diese Gefahr. Der heißere Hochdruckdampf verschlämmt den Boden weniger, weil er ohne erhöhte Kondensation rasch auf die gewünschte Temperatur kommt. Andererseits besteht bei Temperaturen von über 200° die Möglichkeit des gelegentlichen Totdämpfens des Bodens in unmittelbarer Nähe des Dampfaustrittes. Mit Niederdruckdampf wird dieselbe Temperatur erreicht, doch ist der Boden nach beendigter Dämpfung infolge der längeren Dämpfungsdauer feuchter.

Die erforderlichen Entseuchungstemperaturen schwanken außer nach dem Feuchtigkeitsgehalt des Bodens auch nach Art und Tiefe seiner Verseuchung; gegen Protozoen und Bakterien genügen 65° [1]), Pilze erfordern in schwerem Boden etwa 100° während 15—40 Minuten [2]), Wurzelälchen in schweren Boden-

---

[1]) Pickering, S. U., The activities of heat and antiseptics on soils. Jl. Agr. Sci. **3**, 1910, 32 u. Studies on the changes occurring in heated soils. Das. **3**, 1910, 258 u. Plant growth in heated soils. Das. **3**, 1910, 277. Partial sterilization and control of soil pests and disease organisms. Rothamsted Exp. St. 1925, Rep. 1923/24, 33—35; Russel, E. J., and Petherbridge, F. R., On the growth of plants in partially sterilized soils. Jl. Agr. Sci. **5**, 1913, 248 u. The partial sterilization of soils for glasshouse work. Jl. Bd. Agr. **18**, 1912, 809—826; **19**, 1913, 809—827; Russel, E. J., 3. Rep. on the part. steril. of soils for glasshouse work. Das. **21**, 1914, 97—116; Ders., Control of soil organisms and pests. Das. **26**, 1919, 504; Ders., s. S. 143[1]) u. The effects of partial sterilization of the soil. Intern. Conf. Phytopathol. Holland 1923, 233—238; Troitzky, B. W., und Zeren, Der Einfluß der Protozoen auf Wachstum und Entwicklung des Hafers. Zentralbl. Bakt. II. Abt., **67**, 1926, 26; Dixon, A., The effect of phenol, carbon bisulphide and heat on soil protozoa. Ann. Appl. Biol. **15**, 1928, 110—119.

[2]) Atkinson, C. F., Damping off. Corn. Univ. Agr. Exp. St., Bull. **94**, 1895; Selby, A. D., Soil treatment of tobacco plant beds. Ohio Agr. Exp. St. Circ. **59**, 1906; Gilbert, W. W., The root-rot of tobacco caused *Thielavia basicola*. U. S. Dep. Agr. Bur. Plant Ind., Bull. **158**, 1909; Hartley, C., and Pierce, R. G., The control of damping-off of coniferous seed-

arten im allgemeinen 70—90° während $\frac{1}{2}$—$\frac{3}{4}$ Stunden.[1]) Schwartz dämpfte gegen diesen Schädling nach Erreichung von 98° noch 5 Minuten.[2]) Bei Anwesenheit von Drahtwürmern muß Dampfeinwirkung bis zu 60 cm Tiefe gehen, da sie sich bei zu langsamer Erwärmung des Bodens in die Tiefe verziehen.[3]) Nicht genügend ist die oberflächliche Dämpfung gegen *Scutigerella immaculata*.[4]) Gute Wirkung wird beschrieben gegen Larven von *Allorrhina nitida*[5]) und *Otiorrhynchus sulcatus*[6]), die beide oft in Gewächshäuser eingeschleppt werden.

Für die große Praxis genügt bei Wurzelälchen als Indikator für ausreichende Wirkung einer Behandlung die Feststellung der Gare von in verschiedene Tiefen eingelegten Kartoffeln. Für vergleichende Dampfmessungen sind Dampfmengenmessungen mit Hilfe einer in das Dampfzuflußrohr eingebauten Meßblende und eines damit in Verbindung stehenden Quecksilberdifferenzmanometers, für Tem-

lings. U. S. Dep. Agr., Bull. **453**, 1917; Peltier, G. L., Carnation stem rot and its control. Illin. Agr. Exp. St., Bull. **223**, 1919; Byars, L. P., and Gilbert, W. W., Soil disinfection by hot water to control the root knot nematode and parasitic soil fungi. Phytopath. **9**, 1919, 49; Gratz, L. O., Wire stem of cabbage. Corn. Univ. Agr. Exp. St. Mem. 1925, 85; Hunt, N. R., O'Donnel, F. G., and Marshall, R. P., Steam and chemical soil disinfection with special reference to potato-wart. Jl. Agr. Res. **31**, 1925, 301—363; Jones, L. R., Johnson, J., and Dickson, J. G., Wisconsin studies upon the relation of soil temperature to plant disease. Wisc. Agr. Exp. St. Res., Bull. **71**, 1926, 44; Sackett, W. G., Soil sterilization for seedbeds and greenhouses. Col. Agr. Exp. St., Bull. **321**, 1927; Small, T., *Rhizoctonia* "foot-rot" of the tomato. Ann. Appl. Biol. **14**, 1927, 290—295; Bewley, s. S. 142[1]); Scheffer, T. C., Sterilization of coniferous seedbeds with low-pressure steam. Jl. Forestry **28**, 1930, 42—49; Koehler, s. S. 133[4]), 790.

[1]) Ramsbottom, J. K., Investigations on the *narcissus* disease. Jl. Hort. Soc. **43**, 1918, 51—64; Melchers, E. L., A method of steam sterilization of soil for controlling nematodes. Phytopathol. **9**, 1919, 294—296; Byars, L. P., The nematode disease of wheat caused by *Tylenchus tritici*. U. S. Dep. Agr., Bull. **842**, 1929; Godfrey, G. H., Root-knot, its cause and control. U. S. Dep. Agr., Farmers' Bull. **1345**, 1923 u. Effect of temperature and moisture on nematode root-knot. Jl. Agr. Res. **33**, 1926, 223—254; Goodey, T., Eelworm disease of potatoes caused by *Tylenchus dipsaci*. Jl. Helminthol. **1**, 1923, 197; Milbrath, D. G., Progress report on studies relating to the control of *Tylenchus dipsaci* in *narcissus*. Cal. Dep. Agr. Ms. Bull. **14**, 1925, 181—187; Robb, s. S. 143[1]); Kalkbrunner, H., Über Erfahrungen mit der Desinfektion des Bodens durch Dampf in Holland. Fortschr. Landw. **2**, 1927, 604; Reinau, E., Die Älchen und ihre Bekämpfung durch Dämpfen des Bodens. Obst- und Gemüsebau **73**, 1927, 384—385; Ohio St., Bull. **417**, 1928, 34—41; Newhall, A. G., Control of root-knot nematode in greenhouses. Ohio St., Bull. **451**, 1930; Schwartz, G., Die Bekämpfung der Wurzelälchen im Gewächshaus und Freiland. Sächs. Gärtnerbl. **10**, 1930, 33—41; Ders., Bodendämpfung z. Desinfektion u. Verjüngung d. Erde. Das. **11**, 1931, 307—310; Ders., Ein erprobtes Boden-Dämpfungsverfahren. Gartenwelt **35**, 1931, 575—576; Hoshino, H. M., and Godfrey, G. H., Thermal death point of *Heterodera radicicola* in relation to time. Phytopathol. **23**, 1933, 260—270.

[2]) Schwartz, s. S. 142[1]), 197 u. 202.

[3]) Bewley, W. F., Tomatoes: cultivation, diseases and pests. Min. Agr. and Fish, Bull. **73**, 1934.

[4]) Filinger, G. A., The garden symphylid, *Scutig. immaculata*. Ohio Agr. Exp. St., Bull. **486**, 1931; Kearns, H. G. H., and Walton, C. L., Experim. on the control of the greenhouse symphylid *(Scutig. immac.)*. Ann. Rep. Agr. Hort. Res. St. Bristol 1932, 97.

[5]) Davis, J. J., and Luginbill, P., The green june beetle or fig eater. N. Carol. Agr. Exp. St., Bull. **242**, 1921; Metcalf, Z. P., The green june beetle *(Cotinis nitida)* as a tobacco pest. Jl. Ec. Ent. **16**, 1923, 396.

[6]) Smith, F. F., Biology and control of the black vine weevil. U. S. Dep. Agr., Techn. Bull. **325**, 1932.

peraturmessungen an Stelle von Quecksilberthermometern, die wegen zu langsamer Einstellung nicht brauchbar sind, Thermoelementstäbe erforderlich.

Gegenüber der Leistung eines Kessels hat der Druck des Dampfes nur sekundäre Bedeutung.[1]) Schwartz benötigte zum Dämpfen beim Rostverfahren durchschnittlich 205 kg Dampf je Stunde bei einer Heizfläche von 16,8 qm und etwa 3—1 Atmosphären Überdruck. Behandelt wurden je Stunde 4 qm, auf 1 qm Bodenfläche entfielen 51 kg Dampf. Die Kosten der Dämpfung sind bei einer Tiefenwirkung von 40—60 cm auf 45—60 *Rpf*, bei oberflächlicher Kastenbehandlung von 30 cmTiefe auf 40 *Rpf* je Quadratmeter berechnet worden.[2])

Von außerordentlicher Bedeutung ist ein mehrstündiges sorgfältiges Abdecken der behandelten Flächen nach der Dampfzuleitung im Interesse einer erhöhten oberflächlichen Nachwirkung, einer besseren Tiefenwirkung und einer gleichmäßigeren Verteilung der gespeicherten Wärme.

Gedämpfte Böden müssen nach der Behandlung häufig bewässert werden, da das Wasser aus den unteren Schichten nicht so rasch nachsteigt und daher die Oberfläche leicht zu trocken bleibt. Chemisch nehmen die wasserlöslichen Bestandteile, besonders die Chloride, ab, während die Karbonate zunehmen können. Bei starker Erhitzung ist auch eine Zunahme der wasserlöslichen Minerale und der organischen Substanz möglich. Abgetötet werden alle nichtsporenbildenden Bakterien, darunter auch die den Luftstickstoff bindenden Bakterien *(Azotobakter)* und die nitrifizierenden Bakterien, wohingegen die sporenbildenden im wesentlichen erhalten bleiben. Düngung mit Ammoniaksalzen und stickstoffhaltigen organischen Substanzen geschieht am besten erst 3 Monate nach erfolgter Behandlung, solche mit salpetersaurem Natron, Superphosphat und schwefelsaurem Kali kann alsbald erfolgen.[3])

Bei sorgfältiger Durchführung ist die Behandlung im Laufe von 2—3 Jahren zu wiederholen; eine zu häufige Dämpfung wird nicht von allen Böden gleichmäßig gut vertragen. Von Praktikern werden an Stelle einer sehr gründlichen Behandlung in längerem Abstand zwei leichtere Entseuchungen im Jahr bevorzugt.

Im einzelnen kann die Durchführung der Bodenbekämpfung auf verschiedene Weise erfolgen:

Bei liegenden Erdmengen durch

I. Dämpfung von der Oberfläche aus: Kastenverfahren (1.);

II. Dämpfung vom Bodeninneren aus mittels

a) beweglicher Einrichtungen

aa) durch vertikal gestellte Auslaufrohre: Spieß-, Eggen- oder Eggenkastenverfahren (2.);

bb) durch horizontal liegende Auslaufrohre: Rostverfahren (3.);

b) feststehender Einrichtungen: Drainageverfahren (4.)

---

[1]) Polak, M.W., Het steriliseeren van den grond door middel van stoom. Mededeel. Landbouwhoogsch. **17**, 1919, 91—108; Schoevers, s. S. 142[1]), 18; Schwartz, s. S. 142[1]), 1932, 202.

[2]) s. S. 142[1]), 218, 226.

[3]) Sackett, s. S. 144[2]).

Bei beweglichen Erdmengen durch

Dämpfung mit Hilfe feststehender oder beweglicher Sterilisatoren, in die die Erde eingebracht wird (5.)

1. Kasten-, Pfannen-, Kappen- oder Trogverfahren *(inverted pan, tray method)*. Transportable flache Kästen oder trogähnliche Behälter, die aus innen oder am Rande mit Blech beschlagenen Brettern oder verzinktem Eisenblech gefertigt sind, werden über den zu behandelnden Boden gestülpt, um nach sorgfältiger Abdichtung der Seitenwände den Dampf aus besonderen Zuleitungsröhren von oben zuzuführen. Brauchbare Kastengrößen: $4{,}0 \times 2{,}0 \times 0{,}10$; $3{,}0 \times 2{,}1 \times 0{,}15 - 0{,}25$; $2{,}50 \times 1{,}30 \times 0{,}16 - 0{,}30$; $2{,}70 \times 0{,}75 \times 0{,}10 - 0{,}22$ m. Bei Anpassung an die örtlich verschiedenen Belange der Tiefenwirkung, der von Bodenart und Bodenzustand abhängigen Dämpfungsdauer (nach $\frac{1}{3}$—$1\frac{1}{2}$ Stunden 90—95° bis zu 30 cm Tiefe) ist Verfahren zur oberflächlichen Behandlung nicht zu nasser und nicht zu schwerer, am besten lehmiger und lehmig-sandiger Bodenarten, die zuvor wenigstens einen Spatenstich tief umzugraben sind, brauchbar. Newhall und Chupp weisen darauf hin, daß es sich nicht zur Entseuchung von mit Nematoden und Welkeerregern infiziertem Boden, in dem Gurken und Tomaten gebaut werden sollen, eignet.

Vorzüge des Verfahrens bestehen darin, daß es bei Freilandsaatbeeten und Anzuchtsbeeten auf Tischen oder Bänken anwendbar ist, keine Bodenversetzung erfordert und dem Boden eine vorzügliche Gare verleiht. Nach der Dampfzuführung muß der Boden mit Säcken oder Zeltplanen bedeckt werden. Sofern die Kästen liegen bleiben sollen, werden bei fortlaufendem Arbeitsgang mehrere (6) benötigt. Bei Verwendung kleinerer Typen können mit Hilfe T-förmiger Dampfverteiler je zwei Stück auf einmal beschickt werden; Leistung während 24 Stunden etwa 200 qm. Bei Benutzung von Kästen aus Eisenblech entstehen starke Wärmeverluste infolge erhöhter Wasserkondensation. Holzverkleidete Kästen arbeiten vorteilhafter. Ferner müssen bei dieser Art Dämpfung Wände, Heizröhren, Pfähle u. a. auf chemischem Wege nachbehandelt werden.

Schwere Kästentypen sind vorteilhafter als leichte, da im Interesse besserer Tiefenwirkung mit erhöhtem Dampfdruck gearbeitet werden kann, ohne daß die Kästen gehoben werden; gegebenenfalls müssen dieselben mit Sandsäcken, Steinen usw. beschwert werden.

Der Anschluß der Kästen an die Dampfleitung kann, außer wie oben beschrieben, durch biegsame Zuleitungsschläuche, für größere Gewächshäuser auch durch starre erfolgen. An ein von der Hauptleitung abzweigendes Zuleitungsrohr, das über dem Boden in Längsrichtung des Hauses liegt, wird ein T-Stück angesetzt, dessen Enden Heizschläuche mit je zwei Dampfkästen verbinden; an zwei im Boden liegende Zuleitungsröhren werden jeweils je zwei Kästen angebracht, oder an ein stärkeres Zuleitungsrohr innerhalb des Raumes sind mittels eines Querrohres verschiedene schwächere mit je zwei Kästen verbundene Röhren angeschlossen. Die schwächeren Röhren können unabhängig voneinander bedient werden, so daß die Möglichkeit gegeben ist, auf den Zustand des Bodens Rücksicht zu nehmen. Nach Newhall und Chupp beträgt die Haltbarkeit der Kästen 2—6, die der Zuleitungsrohre 10 und mehr Jahre.

Für Großbetriebe erwähnen Newhall und Chupp noch folgende Konstruktionen des Kastenverfahrens: Besonders verstärkte Kästen werden mechanisch gehoben und fortbewegt durch Ketten, die über im oberen Teil des Hauses befestigte Wellenräder laufen *(darrow hanging pans)*, oder durch ein fahrbares, mit Hebevorrichtung versehenes Gestell *(Miller one-man underslung pan)*. Das *„Thompson rolling pan"* besteht aus drei prismenartig miteinander verbundenen Kästen, die innen ein gemeinsames Zuleitungsrohr haben. Endlich können für Freiländverhältnisse die Kästen mittels eines einseitig befestigten Hebels, der über die gemeinsame Achse zweier Räder gelegt wird, gehoben und fortbewegt werden.

2. Spieß-*(spike)*, Rechen-*(rake)*, Eggen-*(harrow)* und Kasten-(Pfannen-) Eggenverfahren. Diese Geräte stimmen darin überein, daß mit der Dampfzuleitung verbundene durchlöcherte Röhren (Hohlspieße mit sechs Düsen von 3,5 mm Durchmesser) oder Röhrensysteme in den zu behandelnden Boden gesteckt und nach Durchführung der Behandlung herausgezogen werden. Beim Spießverfahren kommen die Röhren (6) einzeln zur Anwendung (mit 2,5 m langem Verteilungsrohr und Zu- und Austrittsstutzen), beim Rechenverfahren ist eine mehr oder weniger große Anzahl von Röhren kammartig auf eine Querröhre und beim Eggenverfahren auf mehrere miteinander verbundene Querröhren montiert. In letzterem Falle hat das mit 12, 32 und mehr Hohlzinken versehene Röhrensystem ein eggenähnliches Aussehen. Beim Kasteneggenverfahren ist das Gerät oberflächlich kastenartig mit Eisenblech überzogen (System der Firma Maxen in Brimsdown, Middlessex), damit der aus den Düsen der 15—30 cm langen Hohlzähne entweichende Dampf aufgefangen und wieder dem Boden zugeführt wird. Die Größe solcher Eggen richtet sich nach dem Ausmaß der zu behandelnden Flächen. Nach Newhall und Chupp sollen die Hohlzinken höchstens 15 cm voneinander entfernt stehen, da bei 20 cm Entfernung die Ergebnisse weniger verläßlich seien. Sicher seien sie bei einem Abstand von 10 cm. Die Überdeckung der Eggen mit einem Kasten erhöht den Erfolg der Dämpfung. Bei Verwendung von Hohlspießen müssen ferner die Einstichstellen mit Lappen abgedichtet werden. Die Dämpfung mit etwa 60 cm langen Einzelhohlspießen hat den Vorteil, daß sie auch an Mauern und Pfosten eingestoßen werden können, so daß sich eine Nachbehandlung mit chemischen Mitteln erübrigt.

Beim Spieß- und Rechenverfahren wird eine ausreichende Tiefen- und Seitenreichweite des Dampfes gewährleistet bei 40—50 cm Abstand der etwa 45 cm tiefen Löcher nach einer Dampfdauer von 10—15 Minuten. Versuche haben ergeben, daß einstündige Behandlungen deshalb keine besseren Ergebnisse zeitigten als $\frac{1}{2}$stündige, weil nach dieser Zeit der Dampf längs des Spießes aus dem Boden entweicht.

Die Vorteile bei Anwendung von Dampfeggen mit Kappe (Kasten) entsprechen denen des Kastenverfahrens, doch wird mit Hilfe der gleichmäßig oder wechselseitig lang gewählten Hohlzinken eine größere Tiefenwirkung erreicht. Bei der Dämpfung von schwerem Lehmboden verschlämmt die Umgebung der Zinken, auch verstopfen sich beim Nachlassen des Druckes in der Egge die Düsen. Da außerdem die mit Nematoden und Fusarien der Welke verseuchten Böden nicht genügend entseucht werden, kann dieses billige und leicht durchzuführende Ver-

fahren höchstens für mit Unkräutern, *Sclerotinia* und *Rhizoctonia* verseuchte leichte Bodenarten empfohlen werden. In letzterem Falle ist es vorteilhaft, sehr trockne Böden zuvor oberflächlich etwas anzufeuchten. Nach erfolgter Dämpfung ist der Boden für einige Stunden zu bedecken.

Das Eggenverfahren wirkt im allgemeinen nur etwa $\frac{1}{2}$ mal so tief wie das Kasten- und nur $\frac{1}{4}$ mal so tief wie das Drainageverfahren.

3. Rost- *(small-grid)* und Röhrenverfahren *(perforate-pipe method)*. Eine Anzahl gleichlaufend (kammartig) angeordneter, wechselseitig durchlöcherter Röhren ist mit einem an die Dampfleitung angeschlossenen Querrohr fest verbunden (Länge 2,0, 2,5—3,0 m, acht Ansatzröhren von 0,60—0,75 m Länge und 0,25—0,30 m Abstand). Ist ein 40—45 cm tiefer Graben von dem Umfang des als Rost bezeichneten Gerätes ausgehoben, wird dieses eingelegt und benachbarter Boden aufgeschüttet. Im Interesse von Dampfersparnis ist dieser an der Seite mit Brettern oder Blechen zu stützen oder mit einem konisch zulaufenden viereckigen Rahmengestell aus Brettern zusammen zu halten bzw. mit Zeltplanen (Jochems) oder Kasten (Emptage, Riemens) zu bedecken. 15—20 Minuten nach der Dämpfung wird der Rost herausgezogen und erneut verwendet. Sofern zwei Kästen zur Verfügung stehen, werden diese abwechselnd benutzt. Bei voller Ausnutzung der Dampfquelle kann auf einmal mit vier Rosten und sechs Kästen gearbeitet werden. Schwartz erreichte mit der ihm zur Verfügung stehenden Dampfmenge (S. 146) und bei einer Tiefenlage des Rostes von 30 cm im Durchschnitt 100° während 25 Minuten.

Das Rostverfahren gilt als die beste Art der Dämpfung. Als Mängel sind bei Behandlung von an sich nicht besonders geeignetem schwerem Lehmboden hervorzuheben: eine nicht unerhebliche Ungleichmäßigkeit der Wärmeverteilung, Schlammtrichterbildung an den Röhren und Dampfentweichung daselbst unter der Bedeckung. Schwartz befürwortet vor Einlegen des Rostes Lockerung des Untergrundes. Bei Behandlung von humushaltigem, lehmig-sandigem Boden sei bei gleich tiefer Bodenlockerung Verfahren der Kastenmethode nicht wesentlich überlegen.

Für denselben Zweck sind auch auswechselbare durchlöcherte Röhren von 6—36 m Länge in Gebrauch. Ihr Durchmesser schwankt je nach der Leistung der Heizquelle zwischen 3,2 und 5 cm; bei Verwendung von 24 m langen und noch längeren Röhren ist es vorteilhafter, wenn sie sich von einem Ende zum andern von 5 cm auf 3,2 cm verjüngen. Die auf der Unterseite der Röhre befindlichen 3—5 mm weiten Löcher liegen auf Lücke 2—3 reihig in einem Abstand von 20—40 cm.

Die Röhren werden im allgemeinen 15—30 cm tief eingegraben; ihr gegenseitiger Abstand kann um so größer sein, je tiefer sie gelegt werden. Beispielsweise beträgt er bei einer Tiefe von 18—20 cm 30, bei einer solchen von 25—40 cm 40—50 cm. Die Anzahl der zumeist endwärts durch je ein stärkeres Verbindungs- und Zuleitungsrohr zusammengefaßten Röhren (5—10 Stück) richtet sich nach der Größe der Dampfquelle und der zu behandelnden Fläche. Letztere wird zweckmäßigerweise so aufgeteilt, daß das Eingraben, Dämpfen, Herausnehmen und Umlegen des Satzes in einem geschlossenen Arbeitsgang vor sich geht. Bei Beschickung des Bodens werden während der Dämpfung in 1—2 Stunden Tempera-

turen von 66—71° bis zu einer Tiefe von 23—48 cm erreicht. 4—6 Arbeiter benötigen 10—20 Minuten, um einen Satz von 8 (12 m langen) Röhren zu heben, und 40—60 Minuten, um ihn wieder einzurichten.

Das Röhrenverfahren ergibt eine bessere Tiefenwirkung von 8—20 cm, als sie in nahezu derselben Zeit mit der Kastenmethode erreicht wird. Indessen erfordert es mehr Arbeit. Die Kosten entsprechen bei oberflächlicher Entseuchung denen des Kastenverfahrens, bei tieferer denen der Drainagebehandlung.

Polak[1]) hat nur mit einem einzigen Rohr gedämpft. Melchers stellte in einem frisch ausgehobenen Graben zwei derbe Bretter hochkant, und nachdem darüber in gleichem Abstand kurze Querlatten aufgelegt waren, wurde der Graben mit Erde zugeworfen und dem Lattenrost Dampf zugeleitet. Nach beendigter Dämpfung sind die Bohlen herausgezogen und von neuem benutzt worden.

4. Drainageverfahren *(draintiles, buried-tile method)* ist bei Vorhandensein großer Kesselanlagen bequem in der Durchführung, da die in der Längsrichtung des Beetes aneinander gereihten Serien von etwa 7,5 oder 10 cm weiten Drainage-(Schamotte-)Röhren in Abständen von 40—55, am besten von 45 cm dauernd in Gräben von etwa 35—40 cm Tiefe liegen und in der Mitte durch besondere Zuleitungs- und Verbindungsröhren aus Eisen (im Durchmesser 5—7,5 cm) mit der Dampfheizung verbunden sind. Eine Verbindungsröhre vermag jederzeit 4—5 Reihen von Drainageröhren, deren Enden miteinander verbunden sind, zu speisen. Die Länge der Drainagereihen soll 20—30 cm nicht überschreiten; im übrigen richtet sich der Umfang der auf einmal zu behandelnden Fläche nach der Leistungsfähigkeit der Dampfquelle. Die Verwendung von perforierten Tonröhren bietet keinen Vorteil. Die Röhren sind so tief zu legen, daß die Bearbeitung des Bodens ohne Lageveränderung und Beschädigung derselben möglich ist.

Bei einer 3—6 stündigen Dämpfung, während welcher der zuvor gelockerte Boden zugedeckt wird, kann bis zu einer Tiefe von 40—50 cm ein Temperaturanstieg auf wenigstens 71° erreicht werden. Nach Newhall und Chupp, die Technik und Kosten dieser Methode besonders ausführlich beschreiben, ist das sehr wirtschaftliche Verfahren besonders in den Nordstaaten von Nordamerika sehr verbreitet, nach Beattie hat es — vielleicht infolge Verlagerung der Röhren — nicht immer genügt, nach Brown[2]) hält es Temperaturen von mehr als 60° länger als 27 Stunden. Newhall und Chupp erwähnen 12—15, ja 18 Jahre alte Einrichtungen. Im übrigen wechselt ihre Haltbarkeit je nach Bodenart und Sorgfalt bei der Legung der Röhren.

Die Drainageeinrichtung kann gleichzeitig für die Durchlüftung und die unterirdische Bewässerung des Bodens bzw. zur Auswaschung von Salzen benutzt werden.

5. Dämpfung beweglicher Erdmengen. Für die Behandlung beweglicher Erdmengen können, abgesehen von der Anwendung des Kasten-, Drainage- und Röhrenverfahrens, in Betracht gezogen werden:

---

[1]) Polak, s. S. 146[1]).

[2]) Brown, H. D. u. a., Greenhouse soil sterilization. Part 1. Sterilization methods and pest control. Purdue Univ. Agr. Exp. St., Bull. **266**, 1922, 1—19.

Eisenbleche auf Heizröhren, auf denen Erde unter häufigem Wenden bis 70° erhitzt wird *(baking)*;[1])

$\frac{1}{2}$ cbm große, verschließbare galvanisierte Kästen (Tanks) oder (Wasch-)Kessel, in denen der Dampf unter einem auf Ziegelsteinen aufgelegten Zwischen-Siebboden erzeugt wird;[2])

Ein auf einem Dreifuß stehendes kupfernes Gefäß von etwa 45 l Inhalt mit Siebplatte nahe am Boden, das $4\frac{1}{2}$ l Wasser enthält;[3])

Bei Vorhandensein eines Dampfkessels zementierte oder gemauerte Tröge (1,6 × 0,8 × 0,5 m) mit durchlöcherten Röhren auf leicht geneigtem Grund und beweglichem Vordereinsatz (Falconer);[4])

Gemauerte Dampfkammern mit abgedichteten Türen, in die man auf einem Wagen Töpfe mit und ohne Erde einführt;[5])

Die sog. Pillnitzer Kippkarre.[6]) Auf dem Boden der $\frac{2}{3}$ cbm Erde fassenden Karre, die von einem fahrbaren Kessel gespeist wird, befindet sich ein mit vielen Düsen versehener Rost. Wochenleistung bis 60 cbm Erde. In England[7]) werden Behälter aus Zement oder aus innen mit Eisenblech beschlagenem Holz *(box-method)* gebaut (Größe: 1,35 × 0,90 × 0,70 m), die mit durchlöcherten Röhren oder Rosten versehen sind. Diese liegen unter einem beweglichen Lochboden, auf dem die zu entseuchende Erde ausgebreitet wird. Ist eine Temperatur von 99—100° erreicht, wird die Dämpfung noch etwa 20—30 Minuten fortgesetzt. Die behandelte Erde kann nach 3—4 Wochen bepflanzt werden.

Die transportable Erddämpfungskolonne[8]), bestehend aus einem Niederdruckdampfkessel mit einer Heizfläche von 5 qm und 3 je 0,5 cbm Erde fassenden Dampftöpfen (Firma Buschmann, Lommatzsch i. Sa.). Leistung je Tag etwa 20 cbm Erde bei Verbrauch von etwa 8 Ztr. Braunkohlenbriketts. In Sachsen findet das von 3 Männern zu bedienende Gerät bei Gemüsegenossenschaften Verwendung.

III. Die Bodenentseuchung auf chemischem Wege

A. Allgemeines

Die Bodenentseuchung auf chemischem Wege, in Europa besonders seit der Reblausinvasion in Aufnahme gekommen, ist bisher im allgemeinen nur für die Behandlung hochwertiger Kulturböden wirtschaftlich. Für die gewöhnlichen Freilandverhältnisse steht für eine regelmäßige, in den normalen Arbeitsgang einzureihende Kulturmaßnahme noch kein geeignetes Mittel zur Verfügung.

Hauptnachteile der chemischen Verfahren sind bisher: Ihre im Verhältnis zum Wert der meisten Kulturen (einschließlich der durch die Behandlung erzielten höheren Erträge) zu hohen Material- und Arbeitskosten, ihre meist unzulängliche Einreihungsmöglichkeit in den üblichen Arbeitsgang, das Risiko eines nur kurzfristigen und bedingten Erfolges, ihre mehr oder minder große Abhängigkeit von den Umweltfaktoren (Boden, Witterung, Klima, Kulturpflanze, Schädling).

---

[1]) Gandrup, s. S. 142[2]).

[2]) Schwartz, s. S. 142[1]), 215; Schoevers, s. S. 142[1]), 26.

[3]) Moore, L. J., Soil sterilization. Gard. Chron. **85**, 1929, 35.

[4]) Falconer, A., The partial sterilization of soil by steam. Gard. Chron. **84**, 1928, 494—495.

[5]) Beattie, J.H., The production of cucumbers in greenhouses. U.S. Dep. Agr., Farmers' Bull. **1320**, 1923.

[6]) Schwartz, G., Ein einfaches Verfahren zur Dämpfung kleiner Erdmengen. Gartenwelt **36**, 1932, 265—266; Ders., Entseuchung von Anzuchterde und Erdhaufen durch Dampf. Blumen- u. Pflanzenbau **48**, 1933, 162—163.

[7]) Bewley, s. S. 142[1]), 11.

[8]) Noll, J., Bodendämpfungsgeräte für bewegte Erdmengen. Der Obst- und Gemüsebau **82**, 1936, 89—90.

Die Vielgestaltigkeit der äußeren Faktoren steht in wechselvollen Beziehungen zu den Eigenschaften der meisten Mittel. So hängt der Erfolg einer Bodenvergasung nicht nur ab von der Bodenart, von dem Grade ihrer Bindigkeit und der Höhe ihres Sauerstoff- und Wassergehaltes, sondern auch von ihrer chemischen und biologischen Beschaffenheit sowie von der Mächtigkeit der Kulturschicht und der Art ihres Untergrundes. Ein für die chemische Behandlung an und für sich geeigneter Boden kann durch Witterungseinflüsse unvorteilhaft verändert werden. Die in wärmeren Ländern ermittelten günstigen Ergebnisse eines Stoffes sind in weniger warmen nicht möglich, wenn z. B. in diesen die für die optimale Insektizidwirkung notwendigen Temperaturen nicht erreicht werden.

Die zu schützenden Pflanzen sind nach Kultur, Alter, Pflege und Schädlings- oder Krankheitseinflüssen verschieden giftempfindlich; auch unterliegt ihre Widerstandsfähigkeit beträchtlichen Schwankungen. Die mehr oder weniger scharfen Einwirkungen der chemischen Verfahren überstehen gesunde Pflanzen leichter als bereits geschwächte.

Auch die zu bekämpfenden Schädlinge und Krankheitszustände bieten nach Art, Entwicklung, Ernährung, vertikaler und horizontaler Verbreitung überaus vielgestaltige Verhältnisse. Ihre erfolgreiche Vernichtung ist sehr oft nur bei Berücksichtigung der empfindlicheren Entwicklungszustände möglich, was nicht selten auf betriebstechnische Schwierigkeiten stößt. Verhältnismäßig einfach liegen die Dinge da, wo bereits durch Änderung (Verschlechterung) der Umweltverhältnisse (Lüftung, Entwässerung, Entsäuerung) ihre Vermehrung auf ein wirtschaftlich tragbares Maß zurückgeführt wird.

Auswahl und Dosierung der Mittel, z. B. nach der spezifischen Schwere der freiwerdenden Gase zur Oberflächen- oder Tiefenbehandlung, als Fraß- oder Kontaktgift im trockenen oder nassen Zustand, ist nur bei Berücksichtigung der erwähnten äußeren Umstände möglich. Hinzu kommt noch die Kenntnis von der Ausbreitung sowie der Schnelligkeit und Art ihrer chemischen Umsetzung im Boden. Die zumeist bodenfremden Stoffe sollen nach erfolgter insektizider Wirkung möglichst rasch bodeneigen werden und bodenverbessernd wirken. Dem bei Vor- und Nachbehandlungen künstlich geschaffenen Giftzustand des Bodens soll tunlichst bald ein giftloser folgen. Diese entgegengesetzte, seit langem bekannte Beziehung wurde als positive Wirkungsumkehr[1]) bezeichnet.

Nach Art der Anwendung der chemischen Bodenentseuchung ergeben sich folgende Verfahren:

1. Vorentseuchung (Prae-Desinfektion, Präventiv-, Protektions- oder Schutzverfahren, desinfestant)[2]): Durchführung vor Inkulturnahme der Böden in geschlossener Behandlung mit meist übertödlicher Menge und kurzer Karenzzeit (S. 173, 184).

2. Mitentseuchung (Simultan-Desinfektion): Durchführung während der Kultur:

a) Vernichtungs-(Ausrottungs-, Radikal-, Extinktiv-)Verfahren: Restlose Zerstörung der schädlichen Einflüsse und der Kulturpflanzen mit übertödlichen Mengen in geschlossener Behandlung, mit meist langer Karenzzeit (S. 193, 206).

---

[1]) Korff, G., und Ottensooser, F., Über die Wirkung einiger Bodenbehandlungsmittel auf das Pflanzenwachstum. Arb. Biolog. Reichsanst. **15**, 1928, 72.

[2]) Whetzel, H. H., and Mc Callan, G. E. A., Studies on fungicides. I. Concepts and terminology. Corn. Univ. Agr. Exp. St., Mem. **128**, 1930, 1—7.

b Heil-(Kultural-, Kurativ-, Sanierungs-)Verfahren (disinfectant): Vernichtung der schädlichen Einflüsse bei Gesunderhaltung der Kulturpflanzen; Behandlung mit genau abgestimmten, für den Schädling tödlichen, für die Pflanze untertödlichen Mengen (chemotherapeutischer Index), keine Karenzzeit:

aa) Totalkulturierung: Geschlossene (allgemeine) Behandlung; weitgehende Vernichtung der schädlichen Einflüsse mit (meist) zeitlich bedingter Wirkung (S. 170, 185/186).

bb) Partialkulturierung: Offene (örtliche) Behandlung; Minderung der schädlichen Einflüsse im Rahmen der wirtschaftlichen Tragbarkeit (S. 193, 203).

3. Nachentseuchung (Post-Desinfektion): Durchführung nach Einbringung der Ernte bzw. Inkulturnahme der Böden; geschlossene Behandlung mit meist übertödlicher Menge, unter Umständen mit langer bis sehr langer Karenzzeit (S. 179/180).

Im Wesen der Kulturalbehandlungen liegt es, daß sie von Zeit zu Zeit wiederholt werden müssen. Die prophylaktisch wirkenden Vor- und Nachbehandlungen sind im allgemeinen leichter durchzuführen als die akuten Heilbehandlungen, da erstere lediglich die Anbauwürdigkeit bzw. Regenerationsfähigkeit des Bodens zu berücksichtigen haben, während letztere außerdem die Weiterentwicklung der Pflanzen gewährleisten sollen.

Das Vernichtungsverfahren ist einmalig und bezweckt die vollständige Ausrottung der Erreger. Das ist in den wenigen Fällen, in denen es mit staatlicher Hilfe zur Durchführung gelangte, nur bei gleichzeitiger Zerstörung der Kulturpflanzen und Einschaltung einer mehr oder weniger langen Brache bzw. eines Fruchtwechsels möglich gewesen.

Die vergleichende Prüfung von Bodeninsektiziden[1]) liegt methodisch und ihren Ergebnissen nach noch in den Anfängen. Nach Russel folgten bei Untersuchungen auf tomatenmüden Gewächshausböden aufeinander: Formaldehyd, Pyridin (1. Klasse, am wirksamsten), Kresol, Phenol, Kalziumsulfid, Schwefelkohlenstoff, Toluol, Benzol, Petroleum (2. Klasse), Naphthalin, Nitrobenzol (3. Klasse, wenig wirksam). Tattersfield und Roberts stellten gegen Drahtwürmer *(Agriotes)* fest, daß sich aromatische Kohlenwasserstoffe und Halogenverbindungen im allgemeinen giftiger verhalten als aliphatische. Im Benzolring war die Methylamidogruppe am giftigsten, dann kamen im fallenden Wert die Dimethylamido-, Hydroxyl-, Nitro-, Amido-, Jod-, Brom-, Chlor- und als am wenigsten wirksam die Methylgruppe. Wenig giftig erwiesen sich bei einer Einwirkungsdauer von 1000 Minuten bei 15° chemisch träge Verbindungen mit einem Siedepunkt von über 170°, unsicher waren fast alle organischen Verbindungen mit einem Siedepunkt von über 215°, und ungiftig verhielten sich die über 245° siedenden.

B. Mittel

1. Schwefel und Sulfide

α) Schwefel

Als Bodeninsektizid und -fungizid ist Schwefel sehr umstritten. Zur Bekämpfung des Kartoffelschorfes wird wegen der Nachwirkung auf den Nachbau Anwendung

[1]) Darbishire, F. V., and Russel, E. J., The influence of partial sterilization. Jl. Agr. Sci. **2**, 1907/08, 305—326; Russel, 1914, s. S. 144[1]); Tattersfield, F., and Roberts, W. R., The influence of chemical constitution on the toxicity of organic compounds to wireworm. Jl. Agr. Sci. **10**, 1920, 199—232; Fant, G. W., Moore, W. D., and Peterson, A., Response of germinating corn and white grubs to paradichlorobenzene and similar chemicals. Ann. Rep. N. Jersey Agr. Exp. St. 1923, 465—473; Matthews, A., Partial sterilization of soil by antiseptics. Jl. Agr. Sci. **14**, 1924, 1—57.

von Schwefel nur noch in besonderen Fällen empfohlen; man bevorzugt gegenwärtig Gründüngung und saure Salze (z. B. Ammoniumsulfat).[1])

Nach Newhall und Chupp[2]) eignet sich die Bodenbehandlung mit Schwefel zur Bekämpfung der Welke der Eierpflanze *(Solanum melongena)*, da diese im Gegensatz zum Krankheitserreger *(Verticillium)* auch in stark saurem Boden wächst. Das Verfahren ist bei Fruchtwechselanbau nicht brauchbar, es sei denn, daß dem Boden vor Anbau anderer Gewächse große Mengen von Kalk beigegeben werden.

Sehr wenig befriedigend wirkt Schwefel gegen *Synchytrium endobioticum*. Die Schwärmsporen des Pilzes werden selbst durch 150 g/qm Boden nicht vernichtet.[3]) Bekämpfungsversuche verliefen meist negativ[4]) oder doch so, daß mit dem Rückgang des Krebsbefalles sehr erhebliche Ertragsminderungen verbunden waren[5]), da in dem (mit 1000—1900 kg/ha)[6]) behandelten Boden die Pflanzen nicht normal zu wachsen vermochten. Bei zweimaliger Anwendung von Schwefel (5 kg/a) erntete Spieckermann[7]) 87—91% gesunder Knollen (Kontrolle 50—80%).

Ohne Wirkung waren Schwefeldüngungen gegen Kohlhernie[8]), *Fusarium martii phaseoli*[9]) und (in Verbindung mit Ätzkalk, Verhältnis 1 : 2) gegen Rüben-

---

[1]) Halsted, s. S. 166[3]); Appel, O., und Schlumberger, O., Versuche zur Bekämpfung des Kartoffelschorfes mit Schwefel und Formaldehyd. Mitt. Biolog. Reichsanst. H. **14**, 1913, 17; Gillepsie, L. J., The growth of the potato scab organism at various hydrogen ion concentrations as related to the comparative freedom of acid soils from potato scab. Phytopathol. **8**, 1918, 257—269; Yaughan, R. E., Inoculated sulphur for potato scab control. Phytopathol. **11**, 1921, 58; Reader, J. M., Prelimn. results with use of sulphur for the control of potato scab in Idaho. Phytopathol. **13**, 1923, 512; Martin, W. H., The relation of sulphur to soil acidity and to the control of potato scab. Soil Sci. **9**, 1920, 393—408; A comparison of inoculated and uninoculated sulphur for the control of potato scab. Das. **11**, 1921, 75—84; Inoculated vs. uninoculated sulphur for the control of common scab of potatoes. Phytopathol. **11**, 1921, 58; Waksman, 1930, s. S. 140[6]), 86.

[2]) Newhall and Chupp, s. S. 132[1]), 52.

[3]) Schaffnit, E., Versuche zur Bekämpfung des Kartoffelkrebses im Jahre 1917. Z. f. Pflanzenkrankh. u. Pflanzenschutz **28**, 1918, 111; Wollenweber, H. W., Der Kartoffelkrebs, seine Verbreitung und seine Bekämpfung. Z. f. Spiritusindustrie **44**, 1921, 163—164.

[4]) Schaffnit, E., und Voß, Versuche zur Bekämpfung des Kartoffelkrebses. Z. f. Pflanzenkrankh. u. Pflanzenschutz **26**, 1916, 183; **27**, 1917, 339; Schaffnit, E., das. **30**, 1920, 59; Gough, G. C., Wart disease of potatoes. Jl. Hort. Soc. **45**, 1919, 301; Rothamsted Exp. St. 1925, s. S. 144[1]); Köck, G., Bodendesinfektionsversuche zur Bekämpfung des Kartoffelkrebses. Österr. Z. f. Kartoffelbau 1929, 71—72; Köck und Greisenegger, s. S. 141[6]).

[5]) Werth, E., Versuche zur Bekämpfung des Kartoffelkrebses. Mitt. Biolog. Reichsanst. H. **16**, 1916, 9—10.

[6]) Hunt, O'Donnel and Marshall, s. S. 144[2]); Roach, W. A., und Mitarbeiter (Glynne, M. D., Brierly, W. B., Crowther, E. M.), Experiments on the control of wart disease of potatoes by soil treatment with particular reference to the use of sulphur. Ann. Appl. Biol. **12**, 1925, 152—190; **13**, 1926, 301—307; **15**, 1928, 168—190.

[7]) Spieckermann, Bemerkungen zur Bekämpfung des Kartoffelkrebses. Illust. Landw. Ztg. **34**, 1914, 7. u. 16.

[8]) Müller-Thurgau, H., und Osterwalder, A., Bekämpfung der Kohlhernie. Schweiz. Ztschr. Obst- u. Weinbau **29**, 1920, 122; Maßnahmen gegen die Kropfkrankheit der Kohlgewächse. Das. **31**, 1922, 120; Chupp, Ch., Club rot in relation to soil alkality. Phytopathol. **18**, 1928, 301.

[9]) Riehm, E., Prüfung von Pflanzenschutzmitteln. Mitt. Biolog. Reichsanst. H. **20**, 1921, 27.

wurzelbrand.[1]) Teilweise Erfolge wurden beschrieben gegen *Corticium vagum* an Pinuskeimpflanzen[2]) und (durch Einstreuen eines Gemisches von 112 kg Schwefel und 56 kg Ätzkalkpulver je ha zwischen die Drillreihen) gegen *Urocystis cepulae.*[3]) Ebenso soll eine 10—20 cm tief an die Rebe eingegrabene Handvoll Schwefel die Entwicklung von *Uncinula necator* verhindern.[4]) Kräftige Schwefelgaben minderten das Auftreten von Bakterienwelke *(Pseudomonas solanocearum)* an Kartoffeln in Florida.[5])

Die Wirkung von geimpftem Schwefel und von Schwefelblume auf tierische Bodenschädlinge (Ameisen, Tausendfuß, Drahtwürmer, Larven von *Lachnosterna, Sciara sp., Phorbia ciliicrura (fusciceps), P. brassicae* und *Anuraphis persicae niger*) ist meist ohne praktisch brauchbares Ergebnis untersucht worden[6]), nachdem bereits Kühn[7]) Schwefelblume ohne befriedigenden Erfolg gegen *Heterodera schachtii* verwendet hatte (500 kg/ha). Bulger bezweifelt auch, daß durch Schwefelgaben im Boden beträchtliche Mengen von schwefliger Säure und Schwefelsäure entstehen, da Schwefel, für sich allein angewandt, auf Ameisen toxisch wirke; sein insektizider Wert sei ein sehr geringer. Auf einer während vier Jahren mit 454 kg Schwefel behandelten Versuchsfläche von 0,4 ha ging der pH-Wert des Bodens ohne Einfluß auf die Anzahl der vorhandenen Drahtwürmer stark zurück[8]). Ob Schwefel zusammen mit Düngung bei gewissen Bodentypen[9]) und ob grüner Schwefel der Leuchtgaserzeugung, der etwa 50% Schwefel, 2—3% Teeröle, etwa 1% Ammoniumsulfozyanid und etwas Ammoniumsulfid enthält[10]), besser abschneiden, erscheint zweifelhaft.

---

[1]) Korff, G., und Böning, K., Beiträge zur Bodenbehandlung und partiellen Bodendesinfektion. Phytopathol. Ztschr. **2**, 1930, 58 u. 73.

[2]) Hartley, C., Damping-off in forest nurseries. U. S. Dep. Agr., Bull. **934**, 1921.

[3]) Stone, G., The control of onion smut. Massach. Agr. Exp. St. Amhert Circ. **41**, 1914, 2 S.

[4]) Kunstler, J., Preventive treatment of Oidium. C. R. Acad. Sci., Paris **171**, 1920, 406—407.

[5]) Eddins, A. H., Soil treatment with sulphur and limestone for control of bacterial wilt of potatoes. Phytopathol. **25**, 1935, 16.

[6]) Bulger, J. W., Studies on elemental sulphur as a soil insecticide. Ohio Jl. Sci. **28**, 1928, 1—42; Hunter, W. D., Two destructive Texas ants. U. S. Dep. Agr. Bur. Ent., Circ. **148**, 1912; Thorne, G., Control of sugar-beet nematode by crop rotation. U. S. Dep. Agr., Farmers' Bull. **1514**, 1932; Hammond, G. H., et Maheux, G., Comment lutter contre les vers blancs dans Québec. Bull. Min. Agr. Québ. **130**, 1930; Michelbacher, A. E., Chemical control of the garden centipede, *Scutig. immacul.* Bull. Calif. Agr. Exp. St. **548**, 1932; Campbell, R. E., and Stone, E., The effect of sulphur on wireworms. Jl. Ec. Ent. **25**, 1932, 967—970; Mac Leod, G. F., and Butcher, G. F., Studies of milliped and gnat injuries to potato tubers. Jl. Ec. Ent. **27**, 1934, 106—108.

[7]) Kühn, J., Bericht über Ergebnisse der Versuche zur Ermittlung der Ursache der Rübenmüdigkeit. Kühn Ber. H. **3**, 1881, 88; Davis, R. L., in Porto Rico St. Rep. 1927, 19—24; Bulger, s.[6]).

[8]) Campbell and Stone, s.[6]).

[9]) Kelley, W. P., and Thomas, E. E., Reclamation of the Fresno type of black-alkali soil. Calif. Univ., Bull. **455**, 1928; Mac Leod, G. F., and Rawlins, W. A., Insect and other injuries to potato tubers. Bull. Corn. Univ. Agr. Exp. St. **569**, 1933.

[10]) Miles, H. W., A review of the present position with regard to soil insecticides. Jl. Bath and West and Southern Counties Soc. **3**, 1929, 35.

β) Schwefelwasserstoff

Schwefelwasserstoff beeinträchtigt die Entwicklung des Wurzelsystems stark. Bereits sehr geringe Mengen verursachen den Tod der Pflanze.[1]) Befürwortet ist Anwendung zur Entseuchung des Bodens von *Rhizoctonia violacea* (50 g auf 10 l Wasser, 40 l/15 qm)[2]).

Gegen tierische Bodenschädlinge (Engerlinge, Reblaus, *Ceophylus longicornis*) war das Gas, auch bei den verschiedenen Verfahren seiner Erzeugung innerhalb des Erdbodens (Le Roy entwickelte es aus schwefelkieshaltiger Asche), bisher wenig erfolgreich.[3])

γ) Schwefelkalkbrühe, Kalifornische Brühe

Schwefelkalkbrühe wirkt wenig befriedigend gegen Kohlhernie[4]) und Rübennematoden.[5]) In dem als „Sulgine" bezeichneten Bodeninsektizid, das auch düngend wirken soll, sind Gemische von Kalziumsulfid mit Naphthalin und Schwerölen bzw. mit Cymol enthalten.[6])

Nach Schoevers[7]) haben holländische Blumenzüchter mit kalifornischer Brühe gute Erfolge gegen Bodenpilze durch Begießen von Steckbeeten (1 l/qm einer 2½%igen Lösung) erzielt. Unmittelbar nach der Behandlung kann gepflanzt werden; Wirkungsdauer etwa 3—4 Wochen.

2. Säuren

α) Schweflige Säure

Schwefel findet für Bodendurchgasung unter Umständen mit Vorteil Verwendung zur Erzeugung von schwefliger Säure, die für Ameisen (*Atta*-Arten)[8]) und schädliche Nagetiere toxisch ist und oft besser als Schwefelkohlenstoff wirkt. Der Schwefel wird, zuweilen mit Arsen gemischt, in kleinen Öfen oder über glühender Holzkohle oder glimmendem Koks erhitzt und mittels besonderer Pumpmaschinen in Bodengänge eingepreßt. Zur Bekämpfung der Reblaus, von Engerlingen und Nematoden hat sich schweflige Säure, zum Teil bei Verwendung von Kaliumsulfitlauge, als ungeeignet erwiesen.[9])

---

[1]) Flachs, K., und Kronberger, M., Zum Kohlhernieproblem. Prakt. Bl. f. Pflanzenbau u. Pflanzenschutz **8**, 1930, 75 u. 99.

[2]) Stift, A., Zur Geschichte des Wurzeltöters oder der Rotfäule *(Rhizoctonia viol.)*. Österr.-ungar. Ztschr. für Zuckerind. u. Landw. **42**, 1913, 445.

[3]) Le Roy, Jahresber. Zuckerfabrikation 1870, 61; Cornu, M., et Mouillefert, P., Expériences pour combattre le Phylloxéra. Mem. Acad. Sci. France **25**, 1873, 124; Lemée, Ravages du géophile sur les pommes de terre. C. R. Acad. Agr. France **10**, 1924, 789—791.

[4]) Müller-Thurgau, H., und Osterwalder, A., Versuche zur Bekämpfung der Kohlhernie. Landw. Jahrb. Schweiz **33**, 1919, 1—221; Dies., 1922, s. S. 154[8]); Osterwalder, s. S. 134[1]).

[5]) Kühn, s. S. 155[7]).

[6]) Truffaut, G., et Bezssonoff, N., La stérilisation partielle ou désinfection du sol. La science du sol **1**, 1922, 3—61.

[7]) Schoevers, s. S. 142[1]), 14.

[8]) Wille, J., Die Blattschneiderameisen Südbrasiliens und Versuche zu ihrer Bekämpfung. Tropenpflanzer **32**, 1929, 404—426; Houser, J. S., A new method of subterranean fumigation. Jl. Ec. Ent. **9**, 1916, 285—287.

[9]) Hollrung, M., Die Mittel zur Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten. 1923, 121; Baunacke, s. S. 134[2]), 201.

Gegen *Rhizoctonia solani* und *Pythium* an Koniferensämlingen hatten Bodenbehandlungen unmittelbar vor Aussaat Erfolg.[1]) Auf sandigem Boden war er besser als auf lehmigem. Nach Buddin wirkt schweflige Säure bei Verabreichung großer Gaben nur durch Reaktionsänderung des Bodens.[2])

β) Schwefelsäure

Nach amerikanischen Untersuchungen sind Lösungen von 0,3—0,75% zur Entseuchung von Gemüsebeeten und zur Behandlung des durch *Pythium*, *Fusarium* und *Rhizoctonia* verursachten Wurzelbrandes an Koniferensämlingen geeignet.[3]) Behandlung erfolgt durch Begießen der Saatbeete direkt nach Einsaat (Spaulding: 10 l/qm einer 1%igen Lösung) oder kurz zuvor, indem vor Einbringen der Samen Säure mittels Kalk abgestumpft wird. Die sehr lange nachwirkende Maßnahme fällt nicht in allen Bodenarten gleichmäßig aus; um Pflanzenschäden zu vermeiden, ist kräftige Bewässerung angebracht. Die Säure wird dadurch gleichmäßig verteilt und so verdünnt, daß sie für die Setzlinge unschädlich ist. Unwirksam verliefen Behandlungen gegen *Sclerotinia*-Pilze.

Nach Schoevers[4]) wurde in der Tschechoslowakei von *Verticillium dahliae* befallener Meerrettich mit ½ l/qm einer 10%igen Lösung behandelt. Gegen Kohlhernie hatte Schaffnit[5]) mit 100 g/qm fast keinen Erfolg, desgleichen verliefen die Untersuchungen von Capus[6]) gegen Wurzelfäule bei Getreide und die von Staehelin[7]) gegen pathogene Bodenpilze und Nematoden nicht günstig. Auf Dauersporangien von *Synchytrium endobioticum* ist die Giftwirkung in der Hauptsache von der Wasserstoffkonzentration der Schwefelverbindung abhängig.[8])

---

[1]) Hartley, C., Use of soil fungicides to prevent damping-off of coniferous seedlings. Proc. Soc. Am. Foresters **7**, 1912, 96—99; Buddin, W., Partial sterilization of soil by volatile and non-volatile antiseptics. Jl. Agr. Sci. **6**, 1914, 417—451; Wiant, J. S., The *Rhizoctonia* damping-off of conifers and its control by chemical treatment of the soil. Corn. Univ. Agr. Exp. St., Mem. **124**, 1929.

[2]) Pfeil, Dieses Handbuch Bd. I, 6. Aufl., 1934, S. 163/164.

[3]) Spaulding, P., The treatment of damping-off in coniferous seedlings. U. S. Bur. Plant. Ind., Circ. 4, 1908 u. Phytopathol. **4**, 1914, 73—78; Hartley, C., The use of fungicides to prevent damping-off. Phytopathol. **2**, 1912, 99; Ders., Phytopathol. **4**, 1914, 398, s.[1]) u. S. 155[2]); Hartley and Pierce, s. S. 144[2]); Hartley, C., and Merviel, T. C., Prelim. tests of disinfectants in controlling damping-off in various nursery soils. Phytopathol. **4**, 1914, 89—92; Toumey, J. W., and Li, T. T., Nursery investigations with special reference to damping-off. Yale Univ. School Forestry, Bull. **10**, 1924, 36; Owens, C. E., Principles of plant pathol. 1928, 231; Wiant, s.[1]); Newhall and Chupp, s. S. 132[1]), 51.

[4]) Schoevers, s. S. 142[1]).

[5]) Schaffnit, E., und Lüstner, G., Berichte über das Auftreten von Feinden und Krankheiten der Kulturpflanzen in der Rheinprovinz 1918/19. Ber. Landw. Kammer für die Rheinprovinz Nr. 4, 1920.

[6]) Capus, J., Die Wirkung der Schwefelsäure auf die Fußkrankheit des Getreides *(Leptosphaeria herpotrichoides)*. C. R. Acad. Agr. **1**, 1915, 224—231.

[7]) Staehelin, M., et Porchet, B., Contribution à l'étude de la désinfection partielle du sol en culture maraîchère et horticole. Ann. Agr. Suisse 1933, 769.

[8]) Roach, W. A., and Glynne, M. D., The toxicity of certain sulphur compounds to *Synchytrium endobioticum*, the fungus causing wart disease of potatoes. Ann. Appl. Biol. **15**, 1928, 168—190.

Ohne Bedeutung ist die Säure zur Bekämpfung tierischer Bodenschädlinge (z. B. Reblaus). Nach Davis[1]) gingen von Larven der *Popillia japonica* in keiner der untersuchten Konzentrationen mehr als 10% zugrunde. Auf Puppen von *Rhagoletis cerasi* hatten erst hohe Konzentrationen (30%) eine Teilwirkung.[2])

γ) Kohlensäure

Die von Hamilton[3]) während vieler Monate hauptsächlich mit *Euarthrus sodalis* (Carabide) durchgeführten Versuche haben ergeben, daß die Larven gegen trockene Luft und zunehmende Temperatur viel empfindlicher sind als die widerstandsfähigeren Imagines, daß erstere aber selbst von hochkonzentrierter Kohlensäure wenig angegriffen werden.

δ) Essigsäure

Von Doran[4]) gegen *Thielavia basicola*, *Pythium*, *Rhizoctonia* an Tabak, Salat, Tomaten, Rüben, Gurken und Koniferen erfolgreich untersucht; 7—14 Tage vor der Aussaat wurden 10 l/qm einer 2%igen Essigsäure von 56% Gehalt oder 20 l einer etwa 3%igen Essigsäure des Handels (1 Teil Essigsäure und 32 Teile Wasser) angewandt. Der pH-Wert der behandelten Böden fiel zunächst sehr, war jedoch bei Gaben von 7 ccm auf 100 g trocknen Boden nach 12, bei 14 ccm nach 31 und bei 21 ccm nach 41 Tagen wieder dem der nichtbehandelten Fläche gleich.

1,0—1,2%ige Essigsäure (25—30 l/qm 10 Tage vor der Aussaat) soll Formaldehyd 1 : 500 gleichwertig sein, desgleichen für Tabaksämlinge Weinessig (1 Teil auf 2,5 Teile Wasser, 25 l/qm 10 Tage vor Aussaat) und für Rüben, Gurken, Salat Holzessig (25 l/qm). Letzterer, ebenso wirksam, aber billiger als Essigsäure und Formaldehyd, kann einen Tag vor der Aussaat Verwendung finden. Behandlung erhöht das Trockengewicht der Pflanzen.

Nach Flachs[5]) wird gegen Salatfäule die entseuchende Wirkung von 1,5—2%iger Essigsäure (10—12 l/qm) durch Torfzusatz zum Boden erhöht. In den Versuchen von Staehelin[6]) wirkte Essigsäure (1%, 10 l/qm) bedeutend schwächer als Uspulun und Formol. Außerdem blieben die Pflanzen, obwohl Keimung normal verlief, in der Entwicklung zurück.

Außer gegen Kartoffelkrebs[7]) versagte Essigsäure auch gegen *Heterodera radicicola* (1%, 10 l/qm)[8]). Indessen heben Newhall und Chupp[9]) hervor,

[1]) Davis, J. J., Miscellaneous soil insecticide tests. Soil Sci. **10**, 1920, 61—75.

[2]) Wiesmann, s. S. 141[4]).

[3]) Hamilton, C. C., The behaviour of some soil insects in gradients of evaporating power of air, carbon dioxid, and ammonia. Biol. Bull. Lab. Woods Hole **32**, 1917, 159—182.

[4]) Doran, W. L., Acetic acid as a soil disinfectant. Jl. Agr. Res. **36**, 1928, 269—280; Ders., Acetic acid and pyroligneous acid in comparison with formaldehyde as soil disinfectants. Jl. Agr. Res. **44**, 1932, 571—578 und Massach. St., Bull. **293**, 1933; Anderson, P. J., Swanback, T. R., u. a., Tobacco substation at Windsor, rep. f. 1929. Conn. St., Bull. **311**, 1930, 269—270.

[5]) Flachs, K., Durch *Sclerotinia minor* hervorgerufene Salatfäule und Versuche zu ihrer Bekämpfung. Gartenbauwissensch. **5**, 1931, 541.

[6]) Staehelin et Porchet, s. S. 157[7]).

[7]) Hunt, O' Donnel and Marshall, s. S. 144[2]).

[8]) Schwartz, 1930, s. S. 145[1]).

[9]) Newhall and Chupp, s. S. 132[1]), 48—49.

daß die Entwicklung der Nematoden gehemmt wird. Die Wurzelgallen werden nicht so groß, und die Früchte der behandelten Fläche haben ein besseres Aussehen als die der unbehandelten. Nach Jones[1]) sollen Gewächshausböden durch zweimalige Anwendung einer Lösung von Kalziumzyanid in Essigsäure im Abstand von 7 Tagen vollständig von Nematoden befreit werden.

ε) Ameisensäure

Ameisensäure tötet in wäßriger 0,03 %iger und 0,002 %iger Lösung nach kurzer Einwirkungsdauer die Brut der Rübennematoden in den Zysten.[2]) Feststellung hat keine praktische Bedeutung erlangt.

3. Ammoniumverbindungen

α) Ammoniak und Ammoniumsulfat

Seit langem liegen Untersuchungen vor über die Wirkung von Ammoniak in wäßriger Lösung und in Form seiner wichtigsten Salze gegen Bodenschädlinge (z. B. gegen Reblaus 1873).[3]) Sie erfuhren eine Neubelebung durch die Empfehlung des ammoniakhaltigen Gaswassers der Leuchtgasfabriken als Nematizid durch Willot (1890)[4]), der reines Ammoniakgas wegen seiner Absorptionskraft zur Bodenfeuchtigkeit als unbrauchbar bezeichnete. Die Verwendung ammoniakhaltigen Gaswassers ist jedoch aufgegeben worden, nachdem sich die von Stift, Stromer u. a.[5]) dargelegten Mängel (Schädigung der Pflanzen und teilweise Unschädlichkeit für Parasiten) bestätigt haben. Später hat Baunacke[6]) auf Grund der von ihm ermittelten raschen Abtötung von isolierten *Heterodera schachtii* durch wäßrige Ammoniaklösungen ($\frac{1}{4}$% tötet augenblicklich, $\frac{1}{8}$% nach 25 Minuten) diese in Verbindung mit Reizpflanzensaaten zur Bodenentseuchung empfohlen. Auch diese Erwartungen haben sich unter Freilandverhältnissen nicht erfüllt. Ammoniumsulfat war bereits zuvor als unbrauchbar erkannt worden.[7])

Die in Holland von Quanjer (1909)[8]) mit Ammoniakgas (aus Ammoniaksulfat und Kalk) erzielten guten Ergebnisse gegen Stengelälchen an Zwiebeln wurden später weder von ihm selbst (1911), noch von Schoevers[9]) (1917—1919) und Ramsbottom an Tabak, Tomaten, Gurken und Narzissen bestätigt.[10])

---

[1]) Jones, L. H., Eradication of nematodes in greenhouse soils. Massach. St., Bull. **260**, 1930, 342—343.

[2]) Chem. Fabrik v. Heyden A. G. Verfahren von Rübennematodenbekämpfung (DRP. Nr. 515, 346). Ztschr. Deutsche Zuckerind. **81**, 1931, 198.

[3]) Cornu et Mouillefert, s. S. 156[3]).

[4]) Willot, Jl. Fabric de sucre **31**, 1890, Nr. 51.

[5]) Stift, A., Ber. über Vers. z. Bekämpfung der Nematoden mittels Gaswasser. Österr.-ungar. Ztschr. Zuckerind. u. Landw. 1895, 988 u. **41**, 1912, H. 3.

[6]) Baunacke, s. S. 134[2]), 204—206.

[7]) Müller und Molz, s. S. 137[7]).

[8]) Quanjer, H. M., Versl. Inst. Phytopathol. 1909, 140—143; Meded. R. H. L. T. en B. S. **5**, 1912.

[9]) Schoevers, T. A. C., Proeven met eenige chemicaliën tegen het wortelaaltje. I. Meded. Rijks Hoogere L. T. en B. S. **12**, 1917, 46—48; II. Landbouwhoogeschool **15**, 1918, 85—88; Verslag (Plantenziektenk. Dienst) betr. de takken van dienst ressorteerende onder de Directie van d. Landbouw 1918, 6; Verslag Phytopatholog. Dienst 1919, 41; 1922, 26—39; 1923, 46; 1925, 40—41.

[10]) Ramsbottom, J. K., Investigations on the *narcissus* disease. Jl. Hort. Soc. **43**, 1918, 51—64; ibid. **44**, 1919, 68—72.

Über Versuche zur Bekämpfung von *Heterodera radicicola* durch intensive Behandlung des Geländes mit in Wasser aufgelöstem Zyannatrium (270 bis 810 kg/0,4 ha) und darauf folgend mit Ammoniumsulfat (405—540 kg/0,4 ha) hat Watson[1]) wiederholt berichtet, obwohl nach Byars Freilandversuche mit 1620 kg Zyannatrium und 2430 kg/ha Ammoniumsulfat fehlgeschlagen sind. Ammoniumsulfat allein soll die Älchen beträchtlich vermindern, während Zyannatrium weniger wirkt. Die besten Erfolge hatte die Verabreichung der beiden Salze kurz hintereinander. Der erheblichen Kosten wegen wird Verfahren besonders für Saatbeete empfohlen, wobei durch Überdecken der behandelten Fläche mit Teerpappe Wirkung erhöht wird. Die Salze haben anscheinend einen besseren Düngewert als das billigere Zyankalium. Auch Rivière und Pichard berichten über höhere Ernteerträge bei Anwendung von Ammoniumsulfat in Verbindung mit einem Bodenentseuchungsmittel.

1½ l/qm einer ½%igen Ammoniaklösung soll fast alle Bodeninsekten töten[2]), ebenso wirkt nach Watson auf *Lachnosterna, Grylliden, Termiten, Formiciden, Elateriden* u. a. die kombinierte Anwendung von 270 kg Zyannatrium und 405 kg Ammoniumsulfat (je 0,4 ha).

Rohammoniak der Gasanstalten, 150 kg/ha 3—4 Monate vor der Auspflanzung angewendet, vernichtet nach Delpont[3]) *Gryllotalpa, Euxoa segetum* und viele Unkrautsamen. Die insektizide Wirkung beruht vermutlich auf dem Zyangehalt der Flüssigkeit. Grassé[4]) empfiehlt es gegen *Feltia exclamationis*. Tipulidenlarven kommen nach der Bodenbehandlung mit einer 12%igen Lösung von Ammoniumkarbonat (5 l/2 qm) oder einer 2—4%igen Ammoniaklösung (2 l/2 qm) an die Oberfläche, woselbst sie zugrunde gehen (Indikator zur Ermittlung der Befallsstärke).[5]) Mit Ammoniakwasser und Ammoniumkarbonat kann auch die Kohlfliege erfolgreich bekämpft werden.[6])

Gaswasser wirkt auf Puppen von *Rhagoletis cerasi* erst bei höherer Konzentration gut (10 l/qm 25—30%); 1%iges Ammoniak (10 l/qm) und Ammoniumsulfat (bis 700 g/qm) versagten völlig.[7])

Mouillefert[8]) fand, daß wäßriges und gasförmiges Ammoniak Rebläuse, teil-

[1]) Watson, s. S. 137[5]); Ders., Rep. Ent. ibid. Rep. 1920/21, 29—33 R.; 1921/22, 56 bis 59 R.; 1925/26, 42—50 R.; Ders., Jl. Ec. Ent. **17**, 1924, 225—229; Rivière et Pichard, s. S. 164[1]); Byars, s. S. 177[3]).

[2]) Russel, 1920, s. S. 143[1]).

[3]) Delpont, M., Essais de lutte contre les ennemis des plantes sarclées. Vie Agr. et Rur. **29**, 1926, 405—406.

[4]) Grassé, P. P., A propos d'une invasion de ver gris. Progr. Agr. et Vitic. **87**, 1927 509—512.

[5]) Gasow, H., Ergebnisse neuerer Untersuchungen über die Bekämpfung des Wiesenwurms. Mitt. Deutsch. Landw. Ges. **41**, 1926, 410; Hellmann, Die *Tipula*-Schäden des Jahres 1928 und die daraus für die kommende Vegetationsperiode zu ziehenden Lehren. Landw. Wochenbl. Prov. Schleswig-Holstein **79**, 1929, 258—260; Dawson, R. B., Leather jackets. Jl. Bd. Greenkeeping Res. Brit. Golf. Un. **2**, 1932, 183.

[6]) Gasow, s. S. 170[2]).

[7]) Wiesmann, R., Untersuchungen üb. d. Lebensweise d. Kirschfruchtfliege. II. Mitt. Landw. Jahrb. Schweiz **35**, 1934, 325—331; Thiem, H., Beitrag zur Epidemiologie und Bekämpfung der Kirschfruchtfliege *(Rhagoletis cerasi)*. Arb. physiol. angew. Ent. Berlin-Dahlem **1**, 1934, 25.

[8]) Cornu et Mouillefert, s. S. 156[3]), 40, 44, 55, 140.

weise auch an getopften Reben, tötet. Ammoniakhaltiges Wasser und Ammoniumsulfat, letzteres auch in Mischung mit Kalzium- und Kaliumsulfat, hatten auf Rebläuse keine oder nur sehr schwache Wirkung.

β) Ammoniumchlorid

Verbindung ist mit Ammoniumsulfat oder Ammoniumsulfatsalpeter zur Vernichtung von *Plasmodiophora brassicae*[1]) und *Heterodera schachtii*[2]) nicht brauchbar, wohl aber für sich allein zur Bekämpfung von Wiesenschnaken. Gegen Tipulidenlarven auf Wiesen, Weiden und Haferschlägen (mit fingerlangen Pflänzchen) hat kräftige Gabe von salzsaurem Ammoniak bei oberflächlichem Ausstreuen während warmer, trockner Witterung am Abend vor Anwesenheit der Larven abtötende Wirkung.[3])

γ) Kalkstickstoff (Kalziumzyanamid)

Nach Korff und Böning[4]) wirkt Kalkstickstoff in unzersetztem Zustande im Boden auf Bodenpilze und auf Krankheitskeime an Samen hemmend. In der Praxis sind die zur Anwendung kommenden Mengen zu gering, um befriedigende Toxizität zu entwickeln. Nach Honig[5]) ist er als Mittel gegen Kohlhernie bei Anwendung großer Mengen zusammen mit entsprechenden Gaben von Phosphorsäure-Kali wertvoll. Kindshoven[6]) befürwortet Behandlung der Aussaaterde bereits im Dezember mit $\frac{1}{4}$ kg Kalkstickstoff oder 1 kg Kalk je cbm sowie Überstreuen der Beete und Einarbeitung auf 20 cm Tiefe 10 Tage vor Auspflanzung mit einer Mischung von 2 kg Torfmull und 150 g Kalk oder 50 g Kalkstickstoff je qm. Nach anderen Autoren[7]) hat Verbindung mehr oder weniger versagt. Jørgensen erreichte gegen Kohlhernie und *Rhizoctonia* nur geringe Wirkung mit 80 g/qm, gegen Wurzelbrand war sie mittelmäßig.

Bei Anwendung von rund 70—115 kg/ha etwa ein Monat vor Auspflanzung kann bei kleiner Fläche auf stark nematodenverseuchtem Gelände infolge Verminderung des Schädlings Anbau anfälliger Pflanzen erreicht werden.[8]) Größere Gaben (230 kg/ha) verursachen unter Umständen Pflanzenschädigungen.

---

[1]) Osterwalder, s. S. 134[1]).

[2]) Müller und Molz, s. S. 137[7]), 1046; Baunacke, s. S. 134[2]), 205.

[3]) Gasow, H., Lebensweise und Bekämpfung d. Wiesenschnaken. Flugbl. d. Biolog. Reichsanstalt Nr. **75**, 1932, 3 u. S. 160[5]); Dawson, s. S. 160[5]).

[4]) s. S. 155[1]), 52 u. 67.

[5]) Honig, F., Der Kohlkropferreger. Gartenbauwissensch. **5**, 1931, 209. (Hier weitere Literatur); Kupke, W., Kalkstickstoff im Dienste der Kohlherniebekämpfung. Gartenwelt **37**, 1933, 182.

[6]) Kindshoven, Entseuchung des Bodens und Bekämpfung der Kohlhernie mit Kalkstickstoff. Mitt. Deutsch. Landw. Ges. **43**, 1928, 522; Ders., Düngungs- und Bodendesinfektionsversuche verschiedener Art, insbesondere mit Kalkstickstoff, in den Bamberger Gemüsekulturen. Prakt. Bl. f. Pflanzenbau u. Pflanzensch. **8**, 1931, 211—213; Jørgensen, C. A., Afprøvning af Jorddesinfektionsmidler. Tidskr. Planteavl. **39**, 1933, 316—328.

[7]) Jørgensen, s. [6]); Preston, N. C., Prevention of finger-and-toe (club-root) in gardens and allotments. Jl. Min. Agr. **38**, 1931, 272—284; Walker, J. C., and Larson, P. H, Calcium cyanamid in relation control of club-root of cabbage. Jl. Agr. Res. **51**, 1935, 183.

[8]) Watson, J. R., Cyanamide. Florida Grower 1915, 16—17; Rep. Ent. Rep. Florida Univ. Agr. Exp. St. 1919, 56—61 R., ferner S. 137[5]); Krishna Ayyar, P. N., Further experiments on the rootgall nematode, *Het. marioni*. Ind. Jl. Agr., Sci. **3**, 1933, 1064—1071.

Als unbrauchbar erwies sich Kalkstickstoff zur Vernichtung von *Eriosoma lanigerum*[1]) an Wurzeln, von Erdraupen und Drahtwürmern[2]), Larven von *Lachnosterna*[3]) sowie Larven und Puppen von *Rhagoletis cerasi*.[4]) Gegen Drahtwürmer verzeichnen Blunck und Subklew[2]) Wirkung bei flacher Unterbringung von 2—3 dz/ha zur kritischen Fraßzeit im Frühjahr unmittelbar vor oder nach der Saat. Erfolge werden auch gegen *Otiorrhynchus sulcatus*[5]) beschrieben. Gegen *Contarinia pyrivora*[6]) ergaben 10 kg/91 qm 25—27 kg Früchte je Baum gegenüber Kontrolle mit 9—10,4 kg. Die Larven von *C. tritici* und *Sitodiplosis mosellana* wurden bei Düngung mit Kainit (6 dz/ha) und Kalkstickstoff (3 dz/ha) zu 66,1 %, bei Kopfgaben im Mai (2 dz/ha) zu 48,9 und 60,6 % abgetötet.[7]) Dieselbe Wirkung wurde gegenüber Larven der Gartenhaarmücke erzielt (50—75 kg/0,25 ha).[8])

4. Arsenverbindungen

(Arsenik, Natriumarsenit, Natriumarsenat, Bleiarsenat u. a.)

Arsensalze sind neuerdings zur Behandlung von Böden gegen tierische Schädlinge untersucht worden. Einer durchschlagenden Wirkung steht u. a. ihre meist rasche Umsetzung entgegen.

Die von Illingworth[9]) gegen Lamellicornierlarven *(Lepidiota frenchi, L. albohirta, Isodon puncticollis)* beobachteten günstigen Ergebnisse mit 36 kg Arsenik je 0,4 ha sind nicht bestätigt worden.[10]) Befriedigende Ergebnisse wurden

---

[1]) Reppert, R. R., Schöne, W. J., and Underhill, G. W., Notes on woolly aphis studies. Qrtly. Bull. Virg. St. Crop. Pest Commiss. **4**, 1922.

[2]) Melander, A. L., Division Entom. 33. Ann. Rep. Wash. Agr. Exp. St. 1922/23, Bull. **180**, 1923, 26—29; Schnauer, W., Die Schäden der Wurzeleule *(Hadena monoglypha)* in Brandenburg i. J. 1930. Arb. Landw. Kammer f. Prov. Brandenburg u. f. Berlin H. 77, 1931 u. Deutsch. Landw. Presse **57**, 1930, 511; Mac Leod, G. F., Results of experim. work with wireworms. Am. Potato Jl. **11**, 1934, 61—65; Blunck, H., und Subklew, W., Lebensweise und Bekämpfung der Drahtwürmer. Flugbl. Biolog. Reichsanst. **76**, 1934, 3.

[3]) van Zwaluwenburg, R. H., Rep. Entom. Rep. Porto Rico Agr. Exp. St. 1918, 31—34; (Anonym) Ann. Rep. Insular Exp. St. Porto Rico 1924, 88—103.

[4]) Thiem, s. S. 160[7]), 60.

[5]) Schaffnit und Lüstner, Bericht üb. d. Auftreten von Feinden und Krankheiten i. Rheinprov. f. 1915, 1916. Auszug: Z. f. Pflanzenkrankh. u. Pflanzenschutz **28**, 1918, 28—30.

[6]) Schøyen, T. H., Sprøiteforsøk mot paeregallmyggen og rognebaermøllet. Landbruksdir. Beret. 1931, 1932. C 1—C 14.

[7]) Klee, H., und Rademacher, B., Stand der Weizengallmückenbekämpfung nach Untersuchungen in Schleswig-Holstein. Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzdienst **15**, 1935, 3—6.

[8]) Abraham, R., Bekämpfung von Gartenhaarmückenlarven im Wintergetreide. Nachrichtenbl. Dtsch. Pflanzenschutzdienst **16**, 1936, 22.

[9]) Illingworth, J. F., The sugar-cane grub pest. Queensl. Agr. Jl. **8**, 1917, 173—175; Das. **15**, 1921, 29—31; Ders., Arsenic for grub infested soils. Jl. Ec. Ent. **14**, 1921, 238—239; Illingworth, J. F., and Jarvis, E., Queensl. Agr. Jl. **9**, 1918, 24—26; Mac Leod, s. [2]).

[10]) Jarvis, E., Work Div. Ent. 21. Ann. Rep. Queensld. Bur. Sugar Exp. St. 1922, 43—46; Bell, A. F., Rep. Div. Ent. and Path. Rep. Bur. Sug. Exp. St. Queensl. **34**, 1934, 50—72; Pemberton, C. E., Ent.-Rep. Comm. Exp. St. Hawaii Sug. Pl. Ars. 1934. 1935, 19—26.

gegen Larven von *Popillia japonica*[1]) und *Anomala orientalis*[2]) erzielt. Die tödlichen Mengen von Bleiarsenat waren auch für Pflanzen giftig. Durch Umhüllung des Salzes mit Paraffin konnte die Giftwirkung nicht verhindert werden (Fleming).

In Laboratoriumsversuchen waren nach Leach (1926)[1]) basisches Bleiarsenat, Eisen- und Magnesiumarsenat ungiftig, Zink- und Kupferarsenat wirkten langsamer als saures Bleiarsenat und Kalziumarsenat, am besten schnitt essigsaures Bleiarsenat ab. Von diesem Salz sind im Freiland 450—1350 kg/0,4 ha angewendet worden. Das Verhältnis zu den Pflanzen war wegen seiner chemischen Umsetzung im Boden nicht einheitlich. Lösliches Arsenik hemmt das Pflanzenwachstum. und basisches Arsenat wirkt auf Larven nicht tödlich. Leach (1929) empfiehlt auf Grund langjähriger Untersuchungen gegen Larven von *Popillia japonica, Anomala orientalis, Aserica castanea* für kleinere Rasenflächen (weniger als 0,4 ha) bis 2,25 kg mit Sand oder Erde gemischtes Bleiarsenat je 90 qm, für größere Flächen 67,5—112,5 kg/0,4 ha. Die zuerst genannte Menge soll 3—4, die niedrigere Dosis der anderen 2 Jahre lang Schutz gewähren. In Verbindung mit Bleiarsenat darf zugleich mit gut verrottetem Dung Ammoniumsulfat, dagegen nicht Natriumnitrat, Superphosphat, Kaliumsulfat oder Kaliumchlorid verabreicht werden. In schattigen Lagen ist Salz bei Anwesenheit von *Poa annua, P. trivialis* und *P. compressa* nicht anwendbar.

Gleich Bleiarsenat wirken auf Larven von *Popillia japonica* tödlich Natrium- und Bariumfluorsilikat, Merkuriborat und -jodid sowie Merkurochlorid (Lipp). Bariumfluorsilikat war im Feld für alle Pflanzen unschädlich.

Im Gewächshaus ergab (nach Metzger) die Einbringung von 450 kg/0,4 ha Bleiarsenat in den Boden (15 cm tief) gegen *Popillia japonica* bessere Befunde als oberflächliche Verabreichung von 900 und 1350 kg/0,4 ha. Gegen *Scutigerella immaculata* (135 kg/0,4 ha, Michelbacher), Larven von *Otiorrhynchus ovatus* und *O. sulcatus* (Gambrell) sowie von *Agriotes mancus* (Mac Leod) wirkte Verbindung nicht ausreichend. Saures Bleiarsenat, als Pulver oder als Flüssigkeit mit und ohne Torf (1—1,5 kg/$\frac{1}{10}$ qm) untergearbeitet, gab gegen Larven von *Odontria zealandica* mehrjährigen Erfolg (Cottier).

Nach Wille[3]) stellt das Verbrennen von weißem Arsenik in Pumpmaschinen

[1]) Leach, B. P., Experiments with certain arsenates as soil insecticides. Jl. Agr. Res. **33**, 1926, 1—8; Ders., Control of white grubs in lawns and golf courses. N. Jers. Dep. Agr., Circ. **163**, 1929; Fleming, W. E., Effect of soil microorganisms on paraffin used as a coating to decrease the injurious action of lead arsenate on plant roots. Jl. Agr. Res. **34**, 1927, 335—338; Lipp, J. W., Studies of substitutes for arsenate of lead as a soil insecticide. Jl. Ec. Ent. **22**, 1929, 600—601; 49. Ann. Rep. Ohio Agr. Exp. St., Bull. **470**, 1931, 79—95; Michelbacher, s. S. 155[6]); Cottier, W., Insecticidal treatment of the grass-grub *(Odontria zealandica)*. N. Z. Jl. Sci. Techn. **13**, 1932, 317—340; Muggeridge, J., Ent. Sect. Ann. Rep. Dep. Agr. N. Z. 1930/31, 1931, 46; Gambrell, F. L., Studies of some insects of evergreens. Proc. 8. Nat. Shade Tree Conf. 1932, 89—93; Metzger, T. W., Prelim. rep. on controlling the winter emergence of the japanese beetle in rose greenhouses by application of chemicals to the soil. Jl. Ec. Ent. **26**, 1933, 205; MacLeod, s. S. 162[2]).

[2]) Wolters, W., Measures for the control of *Anomala orientalis* at the Oahu Sugar Company, Ltd. Hawaii Plant. Rec. **38**, 1934, 264—278.

[3]) Wille, s. S. 156[3]).

die beste Bekämpfung der Attaameisen dar. Die Gase töten noch in 6 m Entfernung sämtliche Entwicklungszustände, einschließlich ihrer Pilzgärten. Das Verfahren wird zusammen mit Schwefel auch gegen Termiten empfohlen.[1])

5. Leichtmetallverbindungen

α) Kaliumchlorid

Als Bodeninsektizid von nur geringer Bedeutung wirkt Kaliumchlorid in 1%iger Lösung auf Nematodenlarven nach 48, in 5%iger Lösung nach 3 Stunden tödlich.[2]) Bodenbehandlung mit 180—270 kg/0,4 ha hat gegen *Acanthopsyche junodi* an *Acacia mollissima* sehr befriedigend gewirkt.[3]) Mengen von 1800 bis 2750 kg/0,4 ha sind für Drahtwürmer, aber auch für die Produktionskraft des Bodens nachteilig.[4])

β) Kainit und Kaliumsulfat

Verbindungen sind als Insektizide sehr umstritten.[5]) Nach Hollrung gehen Larven von *Heterodera schachtii* in 1%iger Kainitlösung nach 96, in 5%iger nach 3 Stunden zugrunde. Reine Kaliumsulfatlösungen wirken rascher.[6]) Newman empfiehlt gegen *Heterodera radicicola* u. a. auch Düngung mit beiden Salzen.[7]) Faes[8]) hat Kainitanwendung gegen Larven von *Tipula oleracea* empfohlen. Becker[8]) beschreibt guten Erfolg bei Ausstreuen von 600—800 kg/ha Staubkainit, doch konnte Thompson[9]) damit keine Wirkung erzielen (bis 200 kg/0,4 ha). Nach Herrick[10]) wurden in New-Jersey Larven von *Contarinia pyrivora* auf Sandboden mit 450—900 kg/0,4 ha Kainit vernichtet. Auf schwerem Lehmboden leiden die Bäume. Klee[11]) befürwortet gegen Larven von *Contarinia tritici* und *Sitodiplosis mosellana* im Frühjahr nach dem Pflügen Kainit; 10 bis 14 dz/ha ergaben 53,4—66% toter Larven, 40%Kali 4—6 dz/ha 37,0%. Gegen

---

[1]) Rivière et Pichard, La stérilisation partielle du sol. C. R. Acad. Paris T. **174**, 1922, 493 u. T. **180**, 1925, 1054; James, H. C., Banding for coffee mealy bug control. Bull. Dep. Agr. Kenya **24**, 1932.

[2]) Hollrung, M., Jahresber. Vers. St. Pflanzenschutz, Halle/S. 1892, 10—17.

[3]) Henkel, J. S., Attacking the bagworm with salt. The Natal Witness 1931; Henkel, J. S., and Bayer, A. W., The wattle bagworm *(Acanthopsyche junodi)*. S. Afr. Jl. Sci. **29**, 1932, 355.

[4]) Comstock, J. H., and Slingerland, M. V., Wireworms. N. York Corn. St., Bull. **33**, 1891, 235—240; Subklew, s. S. 165[4]).

[5]) Smith, J. B., Farm practice and fertilizers as insecticides. Insect Life. Wash. **6**, 1894, 96; Webster and Hopkins, ibid. **6**, 1894, 97; Baudys, E., Kali als Pflanzenschutzmittel. Prag 1929.

[6]) Hollrung, s.[2]), 12—14.

[7]) Newman, L. J., Potato insect pests. West. Austr. Dep. Agr., Bull. **72**, 1920, 7—27.

[8]) Faes, H., La tipula des jardins. La Terre Vaudoise **13**, 1921, 267—269; Becker, Die Tipula und ihre Bekämpfung. Mitt. Deutsch. Landw. Ges. **44**, 1929, 67—69.

[9]) Thompson, H. W., Leather jackets and their control. Welsh Jl. Agr. **2**, 1926, 228 bis 233.

[10]) Herrick, G. W., Some long-standing and some more recent insect pests with hints on methods of control. Proc. 71. Ann. Meeting N. Y. State Hort. Soc. 1926, 4—17.

[11]) Klee, H., Die Bekämpfung der Weizengallmücken mittels Bodenbearbeitung und Düngung. Ernährung der Pflanze **28**, 1932, 323; Klee und Rademacher, s. S. 162[7]).

Bibio marci[1]) und Larven von *Dasyneura viciae*[2]) wird eine Mischung von Kainit und Kalkstickstoff (Verhältnis 6 : 1) empfohlen. Ohne Wirkung blieb Kainit (bis 700 g/qm) auf oberflächlich liegende Maden und Puppen von *Rhagoletis cerasi*.[3]) Als Mittel zur Bekämpfung von Drahtwürmern ist es nicht besonders zuverlässig.[4])

Kainit fand ferner erfolgreiche Verwendung gegen Larven von *Otiorrhynchus sulcatus* bei Gaben von etwa 200 g in Löchern rund um jeden Rebstock im Winterhalbjahr[5]), *O. raucus* durch Eingraben in im Juni aufgeharkten Boden[6]) und *Zabrus tenebrioides* durch Aufstreuen in gemahlenem Zustand vor Regen oder in Wasser aufgelöst[7]). Gegenüber Engerlingen von *Melolontha vulgaris*[8]) wurde in Übereinstimmung mit früheren Feststellungen (Fluhrer, Theobald), aber im Gegensatz zu Kaysing erneut experimentell ermittelt, daß dieser Schädling mit zulässigen Kainitgaben nicht niedergehalten werden kann.

γ) Natriumfluorsilikat (Kieselfluornatrium)

Zur Bekämpfung von an Wurzeln von Erdbeeren fressenden Rüsselkäferlarven geeignet.[9])

---

[1]) Robek, A., Muchnice dubnová *(Bibio marci)*. Ochr. Rostl. (Prag) **10**, 1930, 73—74.

[2]) Baudys, E., Flugblatt 43 d. Inst. Pflanzenhygiene. Brünn 1926.

[3]) Thiem, s. S. 160[7]), 59—60.

[4]) Störmer, K., und Kleine, R., Die Drahtwürmer. III. Landw. Ztg. **22**, 1912, 393; Schaffnit, E., Beschädigungen des Getreides durch Drahtwürmer. Bericht üb. Auftreten v. Feinden und Krankheiten der Kulturpflanzen i. d. Rheinprovinz 1918. 1919; Taillefert, s. S. 167[7]); Wiegand, A., Drahtwurmbekämpfung mit Kainit. Deutsche Landw. Presse **51**, 1924, 380 u. Deutsch. Zuckerind. **49**, 1924, 1017; Rambousek, F., Katastrofální rozšíreni larev ková říků. Ochr. Rostl. **2**, 1922, 30—31 u. Z. Zuckerind. čsl. Republ. **8**, 1927, 313—325; Langenbuch, R., Beitr. z. Kenntnis d. Biologie v. *Agriotes lineatus* u. *A. obscurus* (2. Teil). Z. angew. Ent. **20**, 1933, 296—306; Subklew, W., Grundsätzliches z. Frage d. Drahtwurmbekämpfung mit Düngesalzen. Z. f. Pflanzenkrankh. u. Pflanzenschutz **46**, 1936, 257—269 (hier weitere Litr.).

[5]) Schaffnit und Lüstner, Bericht über Auftreten von Feinden und Krankheiten der Kulturpflanzen in der Rheinprovinz 1916 u. 1917. 1919; Fischer, Erfahrungen über die Bekämpfung des gefurchten Dickmaulrüßlers oder des Rebfallkäfers oder Schreibers. Mitt. ü. Weinbau u. Kellerwirtschaft (Geisenheim/Rh.) **23**, 1911, 146—151.

[6]) Kaiser, P., Lappenrüßlerkäfer *(Otiorrhynchus)* als Obstbaumschädlinge. Dtsch. Obstbauztg. 1922, 431—432.

[7]) Baudys, E., O hrbáči osennim či střevlci obilnim *(Zabrus gibbus)*. Časopis Cescoslov. spolecn. Ent. **17**, 1921, 32—34.

[8]) Fluhrer, Zur Bekämpfung der Engerlinge. Fühlings Landw. Ztg. 1922, 72—78; W. R. C., La fume potassique et les vers blancs. Terre Vaudoise **18**, 1925, 211; Theobald, F. V., An attack of cockchafer larvae on grassland and some experiments in connection with their control. Jl. S. E. Agr. Coll. 1927, 40—43; Dusserre, C., Utilité des engrais chimiques pour la destruction de certains parasites des cultures. Terre Vaudoise **19**, 1927, 238; Kaysing, P., Bekämpfung des Engerlings mit chemischen Mitteln. Ernährung d. Pflanze **30**, 1934, 26—29; Schwerdtfeger, F., Unters. üb. die Eignung von Kalidüngemitteln zur Bekämpfung des Engerlings *(Melolontha mel.* und *Mel. hippoc.)*. Z. Forst- u. Jagdwesen **68**, 1936, 177—210; Subklew, W., Experimentelle Untersuchungen über die Bekämpfung der Maikäferengerlinge mit Kalidüngemitteln. Anz. f. Schädlingskunde **12**, 1936, 65—67.

[9]) Melander, A. L., Webster, R. L., und Spuler, A., Soil treatment for subterranean insects. Wash. Col. St., Bull. **208**, 1926, 21—22; Lipp, s. S. 163[1]).

δ) **Kalk** (Kohlensaurer Kalk, Kalkmilch, Ätzkalk, Branntkalk, Löschkalk)

Verabreichung von Kalk kann, abgesehen von der Behebung von ungünstigen Bodenzuständen (Säurekrankheit, Kalkmangelkrankheit u. a.), auch durch die Ätzwirkung bei der Umsetzung in gelöschten Kalk direkt bodenentseuchend wirken. Die unmittelbare insektizide und insektifuge Wirkung des Kalkes bedarf noch sehr der exakten Untersuchung, vielfach dürfte er ohne solchen Einfluß sein.[1]) Nach dem Hinweis von Eycleshymer[2]) auf auffällig schwachen Befall der Kohlpflanzen durch *Plasmodiophora brassicae* in kalkhaltigen Böden hatten Halsted[3]) und Ravn[4]) die ersten günstigen Ergebnisse durch Anwendung von Ätzkalk und kohlensaurem Kalk auf herniekrankem Boden. Diese wiederholt bestätigte Erscheinung[5]) ist insoweit geklärt, als experimentell bewiesen werden konnte[6]), daß die Kalkbehandlung nicht die Herniesporen abtötet, sondern lediglich deren Keimung hemmt.

Die von Kühn[7]) empfohlene kräftige Mischung nematodenverseuchter Erde mit Ätzkalk (4—6 : 1) eignet sich nicht für Freilandverhältnisse, sondern nur für die Behandlung von Fabrikkompost. In Schlämmteichen von Zuckerfabriken werden nach Hollrung[8]) sämtliche Nematoden durch Zusatz von Kalkwasser bis zu einer Alkalität von 0,03% vernichtet.[9]) Nach Müller und Molz[10]) ist bei einer Alkalität von 0,12% eine Einwirkung von 60 Tagen erforderlich. Nur bei Vorhandensein kleiner örtlicher Verseuchungen wird gegen *Heterodera schachtii*[11]),

[1]) Jensen, H., De Lanasziekte in te Vorstenlanden en hare bestrijding. Mededeel. Proefst. Vorstenl. tabak **1**, 1913, **5**, 1913, **29**, 1917; d'Angremond, A., Bestrijding van *Phytophthora nicotianae* in de Vorstenlanden. Das. I, 39 u. II, 43; Hutchinson, H. B., The partial sterilization of soil by means of caustic lime. Jl. Agr. Sci. **5**, 1913, 320—330; Hollrung, s. S. 156[9]), 160; Kessler, B., Kalk und Landwirtschaft. Deutsch. Landw. Presse **51**, 1924, 38—39, 52; Korff und Ottensooser, s. S. 152[1]); Korff und Böning, s. S. 155[4]); Korff, G., Kalk als Pflanzenschutzmittel. 1929; Ders., Der gegenwärtige Stand der Pflanzenschutzmittelfrage. Prakt. Bl. f. Pflanzenbau u. Pflanzenschutz **7**, 1930, 249.

[2]) Eycleshymer, A. C., Club-root in the United States. Jl. Mycol. **7**, 1894, 79.

[3]) Halsted, B. D., Soil fungicides for potato and turnip diseases. N. Jers. Agr. Exp. St., Bull. S, 1900.

[4]) Ravn, F. K., Et infektionsförsög med kaalbroksvamp. Biol. Arbejder tilegnede E. Warming 1911 und Bereting Forsögs Plantek 1911 (Zentralbl. Bakt. II, **35**, 1912, 522).

[5]) Honig, s. S. 161[5]), 204. (Hier weitere Literatur); Nielsen, N. J., Forsøg med bekaempelse af kaalbroksvamp. Tidskr. Planteavl. **39**, 1933, 361—400.

[6]) Bremer, s. S. 140[6]), 227, 673; Ders., Stand der Kohlherniefrage. Mitt. d. Deutsch. Landw. Ges. **49**, 1934, 1130; Naumov, N., L'action du calcium et de certains autres métaux dans le mode d'infection du chou par la hernie. Défense Plantes **4**, 1927, 320—328; Wellmann, F. L., Club-root of crucifers. Dep. Agr. Wash., Techn. Bull. **181**, 1930; Flachs und Kronberger, s. S. 156[1]).

[7]) Kühn, s. S. 155[7]), 88—102, Morgan, D. O., Investigations on eelworm in potatoes in South Lincolnshire. Jl. Helminthology **3**, 1925, 185—192.

[8]) Hollrung, M., 3. Jahresber. Vers. Stat. f. Nematodenvertilgung. 1891, 25.

[9]) Stift, A., Über im Jahre 1910 bzw. 1917 veröffentlichte Arbeiten, betreffend Zuckerrüben- und Kartoffelkrankheiten. Zentralbl. Bakt. II, **30**, 1911, 587 u. **49**, 1919, 438; Uzel, Z. Zuckerindustrie in Böhmen **41**, 1917, 420.

[10]) Müller, H. C., und Molz, E., Versuche zur Ermittlung des Wirkungswertes verschiedener Stoffe zur Bekämpfung der Rübennematoden in Schlammerden. Bl. f. Zuckerrübenbau **28**, 1921, 96—102, 144—149.

[11]) Shaw, H. B., Control of the sugar-beet nematode. U. S. Dep. Agr., Farm. Bull. **772**, 1916.

H. radicicola[1]) und *Tylenchus sp.*[2]) Verabreichung größerer Mengen Ätzkalk empfohlen. Nach Peters[3]) sollen Böden mit 7,0 pH und darüber für *Heterodera schachtii* ungünstig sein.

Behandlung mit Ätzkalk (2000 kg/ha) wird in Verbindung mit intensiver Bodenbearbeitung gegen Engerlinge empfohlen.[4]) Im Gegensatz zu den Ermittlungen von Comstock und Slingerland[5]) wird eine direkte Wirkung auf Drahtwürmer angenommen, wenn eingegrabener Branntkalk oder frischer Gaskalk (5000 kg/0,4 ha), 4—5 Monate vor dem Auspflanzen untergepflügt (Green), durch Regen gelöscht wird.[6]) Bei Verwendung von Kainit ist Mischung mit Ätzkalk wertvoll, da dadurch der oberflächlichen Krustenbildung vorgebeugt wird.[7]) Die Larven ziehen sich indessen nur in größere Tiefen zurück.

Für Bekämpfung von Erdraupen (*Agrotis segetum* u. a.) wird gleichfalls Ausstreuen und Einarbeiten von Kalk empfohlen.[8]) Auch Pierce[9]) hatte in Negros (Philippinen) bei kräftiger Kalkdüngung gegen Erdraupen, die sich in saurem Boden aufhielten, Erfolg.

ε) **Chlorkalk** (einschl. Kalziumhypochlorid, bleaching powder)

Loew[10]) hatte im Gegensatz zu anderen Untersuchern gegen Kohlhernie und Nematoden teilweisen Erfolg, wenn nicht unter 300 g/qm Chlorkalk zur Anwendung kamen. Nostiz[11]) erzielte bei Sommerhafer mit 51—125 g/qm beträchtliche Ertragssteigerung. Die Zersetzung des Chlorkalks zu freiem Chlor ist von dem Gehalt des Bodens an Kohlensäure, von seiner Durchlüftung und Humusmenge abhängig. Sie erfolgt um so schneller, je mehr Humus vorhanden ist. Gute Ergebnisse werden aus England berichtet gegen *Rhizoctonia violacea* an Mohrrüben mit 70 g/qm, etwa zwei Wochen vor der Auspflanzung unterzugraben.[12]) Stärkere

[1]) Insect pests in Ceylon 1919. Planter's Chron. **15**, 1920, 206—208; Newman, s. S. 164[7]); Sandground, J., A study of the life-history and methods of control of the root gall nematode (*Het. radicic.*) in South Africa. S.-Afr. Jl. Sci. **18**, 1922, 299—418; Schoevers 1917, s. S. 159[9]).

[2]) Illingworth, J. F., The root disease of the banana in North-Queensland. Agr. Jl. **14**, 1920, 297—301.

[3]) Peters, B. G., *Heterod. schachtii* and soil acidity. Jl. Helminthol. **4**, 1928, 87—114.

[4]) Ludwigs, K., und Schmidt, M., Krankheiten und Schädlinge der Korbweiden. Flugbl. d. Biolog. Reichsanst. Nr. **81**, 1930, 12.

[5]) Siehe S. 164[4]).

[6]) Hermann, L., Kalk als Mittel gegen Drahtwurm. Umschau **23**, 1919, 604; Rambousek, s. S. 165[4]); Green, F., How to combat injurious insects. Qtrly. Jl. Forestry **17**, 1923, 208—224.

[7]) Taillefert, A., Les larves „Fils de fer" et les moyens de les combattre dans les champs de céréales. La Terre Vaudoise **13**, 1921, 343—345.

[8]) Danger, L., Die Graseule und deren Bekämpfung. Landw. Wochenbl. f. Schleswig-Holstein **67**, 1917, 591; Ludwigs und Schmidt, s. [4]).

[9]) Pierce, W. D., The bearing of the oxytöfactor in insect control. Jl. N. York Ent. Soc. **39**, 1931, 159—165.

[10]) Loew, O., Über Bodensäuberung. Zentralbl. Bakt. II, **31**, 1912, 466—477; Ders., Über Chlorkalk als Bodendesinfektionsmittel. D. prakt. Landw. **44**, 1925, 413; Morgan, s. S. 166[7]); Honig, s. S. 161[5]). (Hier weitere Literatur.)

[11]) Nostiz, A. v., Desinfektionsversuche auf Moorboden. Landw. Jahrb. **48**, 1915, 587 bis 606.

[12]) Newhall and Chupp, s. S. 132[1]).

Gaben wirken schädlich. Gratz[1]) hatte mit Kalziumhypochlorid gegen *Rhizoctonia solani* keinen Erfolg. Wirkungslos blieben auch Behandlungen gegen Kartoffelkrebs[2]) sowie Maden und Puppen von *Rhagoletis cerasi* (210 g/qm).[3]) Gegen *Hylemyia antiqua* soll Mittel befriedigend gewirkt haben (56 g/1 a).[4])

6. Schwermetallverbindungen

α) Kupferverbindungen (einschl. Kupferkalkbrühe)

Bodenbehandlungen mit Kupfersalzen (körnig oder pulverförmig) werden empfohlen zur Bekämpfung von pathogenen *Phytophthora*- und *Pythium*-Pilzen, dagegen nicht gegen *Rhizoctonia*-Pilze.[5]) Weil Kupfer im Boden ziemlich lange erhalten bleibt, werden dadurch auch die aufbrechenden Keimlinge vor Pilzbefall geschützt. Nachteilig ist beim Kupfersulfat die leichte Wasserlöslichkeit und die hohe Giftigkeit des in Lösung gegangenen Kupfers für die Pflanzen, beim Kupferkarbonat die infolge der geringen Wasserlöslichkeit schwächere toxische Wirkung. Nach Newhall und Chupp[6]) wird die Gefährlichkeit des Kupfersulfats dadurch gemindert, daß es bei oberflächlicher Anwendung nicht tief in den Boden eindringt.

Auch aus Holland liegen günstige Ergebnisse vor und zwar über die Bekämpfung der „Stecklingskrankheit".[7]) Begießen des Bodens mit schwacher Kupfersulfatlösung wird vorbeugend empfohlen u. a. gegen Schwarzbeinigkeit bei Kohlpflanzen, *Phytophthora terrestria* in Tomatenzuchtbeeten sowie gegen Brand *(smeul)*.[8]) Im letzteren Fall werden nach der Aussaat 5 l/qm einer 0,6%igen Lösung genommen, ebensoviel Wasser ist nachzugießen.

Gegen Kartoffelkrebs haben Kupfersulfat und Bordelaiser Brühe versagt.[9]) Kupfersulfat (50—75 kg/ha) schädigte Aufgang des Getreides, brachte aber

---

[1]) Gratz, s. S. 144[2]).

[2]) Snell, J., and Johnson, E., Ormskirk potato trials. Min. Agr. and Fish. Miscel. Public. Nr. **28**, 1920; Hunt, O'Donnel and Marshall, s. S. 144[2]); Roach, Glynne, Brierley, Crowther, s. S. 154[6]); Ducomet et Foëx, s. [9]); Lemmerzahl, J., Beitrag zur Bekämpfung des Kartoffelkrebses. Phytopathol. Ztschr. **2**, 1930, 281.

[3]) Thiem, s. S. 160[7]), 59—60.

[4]) Eyer, J. R., The bionomics and control of the onion maggot. Pennsylv. Agr. Exp. St., Bull. **171**, 1922.

[5]) Hartley and Pierce, s. S. 144[2]); Peltier, s. S. 144[2]); Small, s. S. 144[2]); Thomas, H. E., Some chemical treatments of soil for the control of damping-off fungi. Phytopathol. **17**, 1927, 499—506; Clayton, E. E., Toxicity of mercury and copper compounds in relation to their use of seed treatment and spraying. Phytopathol. **19**, 1929, 86; Alexander, L. J., Young, H. C., and Kiger, C. W., The causes and control of damping-off of tomato seedlings. Ohio St., Bull. **496**, 1931, 38.

[6]) Newhall and Chupp, s. S. 132[1]), 53.

[7]) Schoevers, s. S. 142[1]), 12.

[8]) Schoevers, s. [7]); Miège, C., The disinfection of the soil. Ann. Serv. Epiphyt. **5**, 1918, 94; Hartley and Merviel, s. S. 157[3]); Voß, G., Verhütung der Schwarzbeinigkeit bei jungen Kohlpflanzen. Prakt. Ratgeber f. Obst- u. Gartenbau **34**, 1919, 141; Rosenbaum, J., Infection experiments on tomatoes with *Phytophthora terrestria* and a hot-water treatment of the fruit. Phytopathol. **10**, 1920, 101—105.

[9]) Lyman, G. R., Kunkel, L. O., and Orton, C. R., Potato wart. U. S. Dep. Agr. Circ. **111**, 1920, 19; Hunt, O'Donnel and Marshall, s. S. 144[2]); Ducomet et Foëx, Étude de la galle verruqueuse de la pomme de terre. Rev. Path. veg. et Ent. Agr. **13**, 1926, 293.

trotz Vorhandenseins von Fußkrankheit (*Ophiobolus graminis* u. a.) geringen Mehrertrag.[1]) Gegenüber *Plasmodiophora brassicae* waren Befunde fast alle negativ.[2])

Die insektizide Bedeutung des Kupfersulfats ist gering, obwohl über erfolgreiche Anwendung gegen Engerlinge und Erdraupen wiederholt berichtet worden ist.[3])

Als Bodenentseuchungsmittel hat Bordelaiser Brühe kaum[4]), dagegen Cheshuntmischung (56 g Kupfersulfat und 310 g Ammoniumkarbonat) in England und Holland größere praktische Bedeutung.[5]) Die Salze werden nach der Mischung wenigstens 24 Stunden in einem geschlossenen Gefäß aufbewahrt. Darauf löst man eine bestimmte Menge in heißem Wasser auf, gibt soviel kaltes Wasser hinzu, daß eine 0,3%ige Lösung entsteht. Damit wird der Boden oberflächlich bewässert, auch können ohne Nachteil Pflanzen direkt angegossen werden. Die Cheshuntmischung ist sehr wirksam gegen *Rhizoctonia solani*, *Phytophthora crypta* und *P. parasitica* an jungen Tomatenpflanzen (7 l/qm der wäßrigen Lösung), weniger gegen *Rhizoctonia*, *Verticillium*, *Fusarium*.

Kupferkarbonat (grob und feinkörnig) wird in wäßriger Form (0,5%) entweder oberflächlich nach der Aussaat (12 l/qm) verabreicht oder längs der Keimlingsreihe ausgegossen (0,4 l/qm) oder staubförmig (50 g/qm) verwendet.[6]) Salz wirkt im Boden lange nach; Hemmungen des pflanzlichen Wachstums treten indessen nur bei Verabreichung sehr großer Mengen auf. Gegen *Rhizoctonia*-Krankheit versagte es, gegen *Phytophthora* bei Tomaten wirkte es in Gefäßversuchen.

β) Sublimat, Kalomel

Außer zahlreichen organischen Quecksilberverbindungen wirken auf viele pathogene Bodenpilze, insbesondere auch auf *Rhizoctonia*, Merkurichlorid (Sublimat, *corrosive sublimate*), Merkurochlorid (Kalomel) und Merkurioxyd toxisch.[7]) Sie lassen sich leicht anwenden, wirken noch in starker Verdünnung

---

[1]) Mencacci, M., Sopra alcuni tentativi di lotta contro il mal del piede del frumento. Boll. Staz. pat. veg. **8**, 1928, 312—332.

[2]) Honig, s. S. 161[5]), 196.

[3]) Wahl, B., Bekämpfung der Erdraupen. Mitt. landw. bakt. Pflanzenschutzstation, Wien 1916; Portaro, V., Una nueva plaga de la cañan el pais. Vida Agric. **1**, 1924, 59.

[4]) Schoevers, s. S. 142[1]), 14; Marschal, P., and Foëx, E., Rep. Phytopath. 1918. Ann. Serv. Epiphities **6**, 1919, 5—33; Ritzema Bos, Millioenpooten *(Blani. guttulat.)* schadelijk aan suikerbieten. Tijdschr. Plantenziekten **30**, 1924, 80; Stear, J. R., Reduction of white grub injury by bordeaux mixture. Jl. Ec. Ent. **25**, 1932, 932.

[5]) Spaulding, s. S. 157[3]); Bewley, W. F., Pour la lutte contre *Phytophthora parasitica*, *P. cryptogea et Rhizoctonia solani*, agents de la maladie de la tomate appelée „damping-off" et „foot rot" en Angleterre. Jl. Min. Agr. **28**, 1921, 633; Ders., s. S. 143[2]); Schoevers, T. A. C., Versl. en Meded. v. d. Plantenziektenk. Dienst **26**, 1929, 8 u. **31**, 1923, 35—36.

[6]) Thomas, s. S. 168[5]); Newhall and Chupp, s. S. 132[1]).

[7]) Hartley, s. S. 157[3]); Glasgow, H., and Gloyer, W. O., The mercuric chloride treatment for cabbage maggot control in its relation to the development of seedbed diseases. Jl. Ec. Ent. **17**, 1924, 95—101; Gloyer, W. O., and Glasgow, H., Cabbage seedbed diseases and Delphinium root rots; their relation to certain methods of cabbage maggot control. N. York Agr. Exp. St., Bull. **513**, 1924, 38 S.; Dies., Effect of the mercuric chloride treat-

rasch tödlich und zwar im Boden so lange, daß die Pflanzen über die gefährlichste Entwicklungszeit hinwegkommen. Als Nachteile gelten ihre hohe Giftigkeit für den Menschen, ihre in einigen Böden beobachtete schädliche Wirkung auf das Pflanzenwachstum, ihre geringe Wirkung auf Nematoden und das rasche Absetzen gewisser Verbindungen in wäßriger Lösung. Gloyer und Glasgow haben auf die unterschiedliche Empfindlichkeit der behandelten Pflanzen, sowie auf die Abhängigkeit der Tiefenwirkung von Reaktion, Feuchtigkeitsgehalt und physikalischer Beschaffenheit des Bodens hingewiesen.

Sublimat wird gegen Stengel- und Wurzelfäule *(damping-off, wirestem)* sowie Kohlhernie [bei Kohl (0,07%) und bei Blumen- und Rosenkohl (0,05%)] angewendet, indem der Boden in der Nähe der Pflanzen reichlich durchnäßt wird. Gute Ergebnisse wurden ferner in forstlichen Pflanzschulen erzielt bei trockener oder wäßriger Anwendung von Sublimat (125—185 g/100 qm) oder Kalomel (110 bis 170 g/100 qm) nach der Aussaat; gegen Braunfleckenkrankheit auf Rasen *(Rhizoctonia solani)*[1]) genügen 3—24 g/100 qm. Sublimat wird in wäßriger Lösung, Kalomel oder Quecksilberoxyd in Mischung mit leicht feuchtem Sand verabreicht.

Sublimat, nach Slingerland bereits vor 1864 in Verbindung mit der Bekämpfung von *Chortophila brassicae* genannt, hat sich dank der Arbeiten von Peterson, Lowry, Ruhmann, Huckett und Brittain in kurzer Zeit durchgesetzt[2]), so daß es im Großen (0,05—0,1%) Verwendung findet.[2]) Bei reich-

---

ment for maggot on *Rhizoctonia* and club-root of cabbage. Abstr. Phytopath. **14**, 1924, 25 u. Sci. **59**, 1924, 338; Glasgow, H., Control of the cabbage maggot in the seedbed. N. Y. St. Agr. Exp. St., Bull. **512**, 1925, 112 S.; Clayton, E. E., Control of seedbed diseases of cruciferous crops on Long Island by the mercuric chloride treatment for cabbage maggot. N. Y. St. Agr. Exp. St., Bull. **537**, 1926, 29 S.; Thomas, s. S. 168[5]); Wiant, s. S. 157[1]); Ders., Phytopath. **17**, 1927, 51—52; Korff und Böning, s. S. 155[1]), 46, 61; Brown, B. A., The organic mercury compounds for the control of scab and *Rhizoctonia* of potatoes. Conn. Storrs St., Bull. **164**, 1930, 83—106; Newhall and Chupp, s. S. 132[1]); Jørgensen, s. S. 161[6]); Preston, N. C., The control of club-root in cauliflowers. Jl. Min. Agr. **41**, 1934, 329—334; Slikke, C. M. v. d., Versl. van Rijkstuinbouwproefvelden over grondontsmetting tegen de rhizoctoniaziekte en de schurft op aardappelen. Tijdschr. ov. plantenziekt. **41**, 1935, 65—73.

[1]) Piper, C. V., and Coe, H. S., *Rhizoctonia* in lawns and pastures. Phytopath. **9**, 1919, 89—92; Ookley, R. A., Brown-patch investigation. Bull. U. S. Golf Assoc. Green Sect. **4**, 1924, 87—94; Godfrey, G. H., Experiments on the control of brown-patch with chlorophenyl-mercury. Das. **5**, 1925, 83—87; Fitts, O. B., June experiments at Arlington experimental turf garden with chlorophenol mercury compounds. Das. **5**, 1925, 147—148; Tilford, P. E., Brown-patch of lawns and golf greens. Ohio Agr. Exp. St., Bull. **117**, 1925; Monteith, J., Corrosive sublimate as a control for brown patch. Bull. U. S. Golf Assoc. Green Sect. **6**, 1926, 151—155. **7**, 1927, 210—216. (Vgl. **5**, 1925, 173, 180, 202, 219, 272); Monteith, J., and Dahl, A. S., Mercury as a control for turf diseases. Phytopath. **18**, 1928, 137 (vgl. **16**, 1926, 76. **17**, 1927, 50); Newhall and Chupp, s. S. 132[1]).

[2]) Slingerland, M. V., The cabbage root maggot, with notes on the onion maggot and allied insects. Cornell Univ. Agr. Exp. St., Bull. **78**, 1894, 560; Peterson, J., Market Growers' Jl. 1914, 321; Lowry, O. S., Rep. Conn. Agr. Exp. St. 1915, 142—152; Ruhmann, M. H., Ent. Soc. Ont. Ann. Rep. **50**, 1919, 68; 16. Ann. Rep. Brit. Columb. Dep. Agr. 1922, U. 69—73; Huckett, H. C., 49. Ann. Rep. Ent. Soc. Ont. 1919, 67—69; Mc Lennan, A. H., Spraying vegetables. Can. Hort. and Beekeeper **28**, 1920, 107—108; Three market garden troubles. Can. Hort. **45**, 1922, 23; New methods developed in control

licher Durchtränkung des Bodens in unmittelbarer Nachbarschaft der Pflanzen werden Eier und schlüpfende Larven (ausgewachsene dagegen nicht) vernichtet. Im feldmäßigen Kohlanbau bewährte sich 0,06%ige Sublimatlösung (75—100 ccm je Pflanze), am 4. und 14. Tage nach der Auspflanzung angewendet. Auf Saatbeeten erfolgt Bekämpfung spätestens 4 Tage nach Auffindung der Eier.

Gute Erfolge mit Sublimat allein oder in Mischung mit Bordeauxbrühe gegen *Hylemyia antiqua* verzeichnen Flint und Compton, Ruhmann und Mote.[1]) Durch Kalomelbehandlung werden Larven von *Diplosis mori*[2]), *Camptocladius byssinus* und *Sciara caisar*[3]) vernichtet.

γ) Uspulun (Chlorphenolquecksilber)

Weniger wirksam als Sublimat, aber auch weniger gefährlich für Pflanzen; es eignet sich zur Entseuchung von schädlichen Bodenpilzen in Anzuchtkästen. Bei der sogenannten nassen Behandlung werden vor der Bepflanzung 0,25—0,5%ige wäßrige Lösungen oder nach derselben eine 0,01%ige Lösung angewendet. Bei der wirksameren trockenen Behandlung wird Uspulun 1—14 Tage und noch länger vor der Auspflanzung mit Boden gemischt (0,25—0,5 g auf 1 kg Erde), oberflächlich ausgestreut (70—120 g/qm) und leicht in den Boden gehackt oder in Pflanzlöcher gegeben.[4])

of insects and fungus diseases. 17. Ann. Rep. Ont. Veg. Growers' Assoc. 1922, 32—38; Treherne, R. C., Insects f. 1919. Agr. Jl. Victoria **5**, 1920, 25, 52—56; Treherne, R. C., and Ruhmann, M. H., 50. Ann. Rep. Ent. Soc. Ont. 1920, 68—70 und 51. Ann. Rep. 1921, 50—53; Gibson, A., 15. Ann. Rep. Ont. Veg. Growers' Assoc. 1920, 67—70; 50. Ann. Rep. Ent. Soc. Ont. 1920, 71—73; Brittain, W. H., 50. Ann. Rep. Ent. Soc. Ont. 1920, 61—68; Proc. Ent. Soc. Nova Scotia 1921, 54—73; Proc. Acadian Ent. Soc. 1922, 49—71; Jl. Ec. Ent. **16**, 1923, 61—68; Ann. Rep. Secy. Agr. Nova Scotia 1923. 1924, 48—61; Proc. Acadian Ent. Soc. **10**, 1925, 23—42; Bull. Dep. Nat. Res. Nova Scotia Nr. **11**, 1927, 53 S. (Ergebnisse von 10jähr. Versuchen); Tomaszewski, W., Nitsche, G., und Langenbuch, R., Die Bekämpfung der Kohlfliegen *Chortophila brassicae* und *Ch. floralis*. Arb. physiol. u. angew. Ent. (Berlin-Dahlem) **1**, 1934, 229—242. (Hier weitere Literatur.); Gasow, H., Beitrag zur Bekämpfung der Kohlfliege durch flüssige und streufähige Mittel. Z. angew. Ent. **22**, 1936, 118—130.

[1]) Brittain 1921, s. S. 170[2]); Smith, K. M., Control of the onion fly. Bull. Chamb. Hort. **1**, 1923, 54—55; Ders., Ann. Appl. Biol. **12**, 1925, 77—92; Flint, W. P., and Compton, C. C., A new method for controlling the onion maggot. Jl. Ec. Ent. **18**, 1925, 111—116; Ruhmann, M. H., 19. Ann. Rep. Brit. Columb. Dep. Agr. 1925, K. 35—40; Mote, D. C., Dep. of Ent. Bienn. Rep. Oreg. Agr. Exp. St. 1926/1928. 1928, 101—109; Glasgow, H., Eine neue Verwendung für Quecksilbersalze. Chem. Markets **24**, 1929, 383—384; Dustan, A. G., Control of the onion maggot and the carrot rust fly. 25. Ann. Rep. Veg. Growers' Assoc. Ont. 1930, 47—52.

[2]) Tanabe & Sekiya, Oyo Dobuts. Zasshi **2**, 1920, 270—281.

[3]) Thompson, R. W., An outbreak of Mycetophilid and Chironomid larvae in a large commercial greenhouse. 60. Ann. Rep. Ent. Soc. Ont. 1929, 96—99.

[4]) Löbner, Versuche zur Bekämpfung der Kropfkrankheit der Kohlgewächse. Rhein. Monatsschr. Obst- u. Gemüsebau **12**, 1919, 6—9; Severin, H. C., 11. Ann. Rep. Ent. S. Dakota St. Coll., Brookings 1920; Sommer, H., Kohlherniebekämpfung mit Uspulun im Jahre 1921. Deutsche Obstbauzeitg. **68**, 1922, 43—44; Höstermann, Versuche zur Bekämpfung der Kohlhernie. Landw. Jahrb. **57**, Erg.-Bd. **1**, 1922, 100—103; Pfältzer, A., Het vrucht en bladvuur van de komkommer. Baarn 1927, 56; Eigeman, L., Proeven tegen Fusarium in komkommers. De Tuinderij **23**, 1931.

Staehelin[1]) stellte bei Gaben von 120 g/qm ungünstige Wirkung auf die Keimung von Futterrüben (Kohl- und Bohnensamen hatten nicht gelitten) fest und empfiehlt deshalb nur 50—75 g/qm 10—15 Tage vor der Aussaat.

Uspulun wurde u. a. erfolgreich angewendet gegen *Cladosporium cucumerinum* (0,5%)[2]), *Rhizoctonia*[3]), Rübenwurzelbrand *(Phoma betae, Pythium debaryanum)* (1 : 400 oder 75 g/20 l)[4]), Tomatenkrebs[5]), Salatfäule[6]), *Ps. tumefaciens* (Bodenbehandlung von Aussaatbeeten, 10 l/qm 0,25—0,50%)[7]), Wurzelrost bei Blumenpflanzen.[8])

δ) **Germisan** (Zyanmerkuricresolnatrium)

Germisan wirkte befriedigend gegen Kohlhernie (in 0,25—0,1%iger Lösung 3—10 Tage vor der Auspflanzung)[9]), *Pythium debaryanum* an Gurken, *Sclerotinia minor* an Salat und *Rhizoctonia violacea* an Mohrrüben.[10])

7. Gasförmige organische Verbindungen

α) **Formaldehyd** (Formalin)

Eines der kräftigsten und besten Mittel zur Entseuchung wertvoller pilzbefallener Böden in Saatkästen und Gewächshäusern. Verbindung hinterläßt keine nachteiligen Rückstände und wirkt nicht verändernd auf die chemischen und physikalischen Verhältnisse des Bodens. Andererseits hat es eine beschränkte Tiefenwirkung und bringt starke Bodennässung mit sich. Gegen Nematoden und *Botrytis* wirkt Formaldehyd nicht. Während man früher 50—200 ccm Formalin je qm verabreichte, werden neuerdings erhöhte Mengen bevorzugt. Verwendung

[1]) Staehelin et Porchet, s. S. 157[7]).

[2]) Dijkstra, G. K., Proeven ter bestrijding van *Cladosporium cucumerinum* in bak. komkommers. Tijdschr. Plantenziekten **39**, 1933, 21—37.

[3]) Baudys, E., Studium des Pilzes *Rhizoctonia violacea*. Verlautbarung Deutsch. Stat. d. mährischen Landeskulturrates Nr. 20, 1929 u. Mitt. tschechosl. Akad. Landw. **5**, 1929, Nr. 8; Rosen, H. R., The control of damping-off of cotton seedling by the use of Uspulun. Sci. **60**, 1924, 384; Clayton, s. S. 169[7]); May, C., and Young, H. C., Control of damping off in coniferous seedbeds. Ohio Agr. Exp. St., Bimthly. Bull. **12**, 1927, 45—47; Wiant, s. S. 169[7]) u. S. 157[1]); Thomas, s. S. 168[5]).

[4]) Coans, G. H., and Stewart, D., Prevention of seedling diseases of sugar beets. Phytopath. **17**, 1927, 259—296; Thomas, s. S. 168[5]); Jørgensen, s. S. 161[6]).

[5]) Ludwigs, K., Behandlung von Tomatenstauden mit Uspulun. Obst- u. Gemüsebau **74**, 1928, 109; Kotte, W., Bakterienkrebs der Tomate. Nachr. üb. Schädlingsbekpfg. **5**, 1930, 18; Liesau, s. S. 143[2]); Thomas, s. S. 168[5]).

[6]) Krauß, Wie verhindert man das Auftreten der Salatfäule? Obst- u. Gemüsebau **75**, 1929, 113; Flachs, s. S. 158[5]).

[7]) Kordes, H., Neue Ergebnisse über die Entwicklung des Erregers der Mauke an Reben und des Wurzelkropfes der Obstbäume und deren Bekämpfung. Nachr. üb. Schädlingsbekpfg. **7**, 1932, 59—66; Oppenheimer, H. R., Verhütung des Wurzelkropfes der Obstbäume durch Uspulun. Das. **1**, 1926, 7—9; Bouman, A. M., Bestrijding van bakterielle wortelknobbels bij appel en peer. Tijdschr. Plantenziekt. **39**, 1933, 217—224.

[8]) Schoevers, T. A. C., Versl. Meded. Plantenziekt. Dienst 1928. **58**, 1929, 30.

[9]) Jørgensen, s. S. 161[6]).

[10]) Maas, J., Germisan gegen den Vermehrungspilz. Gartenwelt **31**, 1927, 179 u. **32**, 1928, 351; Flachs, s. S. 158[5]); Baudys, s.[3]); Flachs und Kronberger, s. S. 156[1]); Jørgensen, s. S. 161[6]).

nach Quanjer[1]): je qm ½ l von 40%igem Formalin des Handels aufgelöst in 6 l Wasser von 50° C; nach Gerritsen und Mitarbeitern[2]) in Blumenzwiebelgebieten: ¼—½ l von 30%igem Formalin in 2½—5 l Wasser, und nach Versuchsanstalt Cheshunt[3]): bei zweimaliger Behandlung je 30 ccm in 15 l Wasser.

In Amerika schwankt nach Newhall und Chupp[4]) das Mischungsverhältnis des gehandelten Formalins mit Wasser zwischen 1 : 42 und 1 : 400; bevorzugt werden die Lösungen 1 : 100 (42 l/qm) und 1 : 50 (21 l/qm). Andere Vorschläge gehen dahin, den Wassergehalt des Bodens, der jeweilig zu bestimmen ist, zu berücksichtigen und entsprechend mehr oder weniger stärkere Lösungen zu verabreichen oder überhaupt zunächst stärkere Lösungen (1 : 16, 1 : 25, 1 : 33) anzuwenden (bei 1 : 24 etwa 12 l/qm) und darauf auf die gewünschte Verdünnung (1 : 50 oder 1 : 100) nachzuwässern. Staehelin[5]) bezeichnet eine allmähliche Überbrausung des Bodens mit 40 l/qm einer 0,5%igen Lösung als wirksamer als die Verabreichung von 10 l/qm einer 1—2%igen Lösung.

Nimmt der Boden die benötigte Wassermenge auf einmal nicht auf, so muß die Behandlung in etwa ½stündigem Abstand fortgesetzt werden. Kleinere Erdmengen in Töpfen, auf Pikierbrettern u. a. können in die Lösung untergetaucht und feststehende Tische und Pfähle damit begossen werden.

Der zu behandelnde Boden soll feucht aber nicht zu naß sein. Im letzteren Falle kann das Verfahren infolge zu starker Verdünnung an Wirkung einbüßen. Auf sehr trocknem und hartem Boden dringt die Lösung nicht befriedigend ein; außerdem sind zahlreiche Pilze bei trockenem Bodenzustand viel schwieriger zu bekämpfen als bei feuchtem. Sehr schwere Böden sind auf jeden Fall vorher gründlich zu bearbeiten und mit organischem Dünger oder Torf (2 kg/qm) zu vermischen.

Nach der Behandlung wird der feuchte Boden zwecks besserer Tiefenwirkung für 1—2 Tage mit Erde, geteerten Zelttüchern, starker Pappe oder Ölpapier bedeckt und nach weiteren 2 Tagen zur gründlichen Entlüftung gut umgearbeitet. Samen können nach 7—10 Tagen, Pflanzen nach 10—14 Tagen eingebracht werden. Das Verfahren, das bei sorgfältiger Durchführung Wachstums- und Ertragssteigerungen zur Folge hat[6]), kann auch im Herbst durchgeführt werden.

Die Erwägung, durch eine frühere Bepflanzung des Bodens die fungizide Wirkung des nicht völlig verschwundenen Formaldehyds auf die eingebrachten Samen auszunutzen, scheitert daran, daß der jeweils vorhandene Fungizidgehalt nicht exakt bestimmt und damit ein nachteiliger Einfluß auf die Keimung nicht

[1]) Quanjer, H. M., en Slagter, N., De roest- of schurftziekte van de selderieknol. Tijdschr. Plantenziekt. **20**, 1914, 13.

[2]) Gerritsen, F. C., Hissink, D. J., Volkersz, K., en Zijlstra, K., Een onderzoek naar de oorzaken en de bestrijding van het zgn. van den wortel gaan van narcissen en hyacinthen. Versl. landbouwkund. onderzoekingen Rijkslandbouwproefstat. **32**, 1927.

[3]) Ann. Rep. Exp. and Res. Stat. Cheshunt 1917—1930.

[4]) Newhall and Chupp, s. S. 132[1]), 44—48.

[5]) Staehelin et Porchet, s. S. 157[7]), 788.

[6]) Jones, L. R., The damping-off of coniferous seedlings. Vermont Exp. Stat. Rep. **20**, 1906/07, 342—347; Russel, E. J., and Petherbridge, E. F., Investigations on „sickness" in soil. Jl. Agr. Sci. **5**, 1912, 86—111; Spaulding, s. S. 157[3]); Selby and Humbert, s. S. 143[2]); Ludwigs, s. S. 172[5]); Korff und Böning, s. S. 155[1]), 50 u. 65.

ausgeschaltet werden kann. Für in Vegetation befindliche Pflanzen ist Formalin nicht brauchbar.

Auf einem zur Hälfte aus Sand bestehenden Boden soll das Verfahren auf Blumensämlinge von ausgezeichneter Wirkung sein. Wartezeit bis zur Aussaat 12—24 Stunden.[1])

Erfolgreiche Formalinentseuchungen wurden durchgeführt gegen *Pseudomonas tabaci* (40% im Verhältnis 1 : 50, 22—25 l/qm)[2]), *Cladosporium cucumerinum* (0,4% 10—15 l/1,2 qm)[3]), *Urocystis cepulae* in Zwiebelbeeten[4]), *Thielavia basicola* an Tabak (1% 25 l/qm)[5]), Wurzelbrand (0,5 und 1% oder 250 g/10 l)[6]), *Fusarium dianthi* in Nelkenbeeten (0,3% 2 mal 10—12 l)[7]), *Phymatotrichum omnivorum* an Luzerne und Baumwolle[8]), *Rhizoctonia violacea* (0,5%)[9]), *Rhizoctonia*[10]), *Sclerotinia*[11]) an Sellerie und Salatpflanzen (0,3 bzw. 0,4% 50 l/qm), *Plasmopara*

---

[1]) Gutermann, F., and Massey, L. M., A liquid formaldehyd treatment to control damping-off of flower seedlings. Phytopath. **25**, 1935, 18.

[2]) Berthold, s. S. 140[3]).

[3]) Muyzenberg, E. W. B. v., Onderzoek over *Cladosporium cucumerinum*. Tijdschr. Plantenziekt. **38**, 1932, 81—118; Dijkstra, s. S. 172[2]).

[4]) Stone, s. S. 155[3]); Taubenhaus, s. S. 143[2]); Walker, J. C., Experim. upon formaldehyde-drip control of onion smut. Phytopath. **10**, 1920, 323—327; Ders., Onion disease and their control. U. S. Farmers' Bull. **1060**, 1931; Whitehead, T., Experim. on the control of onion smut. Jl. Min. Agr. **28**, 1921, 443—450; Gregory, C. T., The relation of rain to the formaldehyde treatment of onion smut. Phytopath. **12**, 1922, 155; Anderson, P. J., The relation of soil moisture to formaldehyde injury of onion seedlings. Phytopath. **13**, 1923, 392—403; Anderson, P. J., and Osmun, A. V., An improved formaldehyde tank for the onion drill. Phytopath. **13**, 1923, 161; Anderson, P. J., The smut disease of onions. Massach. Agr. Exp. St., Bull. **221**, 1924; Zillig, H., Unsere heutigen Kenntnisse vom Zwiebelbrand und seine Bekämpfung. Zentralbl. Bakt. II, **60**, 1923, 50—58 u. Prov.-sächs. Monatsschr. f. Wein-, Obst- u. Gartenbau **25**, 1924, 113—120.

[5]) Clinton, G. P., Root-rot of tobacco. Rep. Connecticut 1906. 1907, 342—368; Gilbert, s. S. 144[2]); Major, T. G., Soil treatment with various disinfectants. Sci. Agr. **6**, 1926, 283—285; Perrin, O., et Osman, A., Lutte contre les ennemis du tabac. Rev. techn. du monopole des tabacs **1**, 1928, 27—29.

[6]) Jones, s. S. 173[6]); May and Young, s. S. 172[3]); Jørgensen, s. S. 161[6]).

[7]) Delacroix, G., Sur la maladie des oeillets, produite par le *Fusarium dianthi*. C. R. Acad. Sc. **131**, 1900, 961—963.

[8]) King, C. J., Habits of the cotton root-rot fungus. Jl. Agr. Res. **26**, 1923, 405—418; King, C. J., and Loomis, H. J., Cotton root-rot investigations in Arizona. Jl. Agr. Res. **39**, 1929, 199—221; Ezekiel, W. N., and Taubenhaus, J. J., Comparing soil fungicide with special reference to *Phymatotrichum omnivorum* root-rot. Phytopathol. **24**, 1934, 8.

[9]) Flachs, K., Wurzelhalsfäule an Salatpflänzchen. Obst- und Gemüsebau **73**, 1927, 103—104.

[10]) Selby, s. S. 144[2]); Avrekar and Shaw, Mem. Dep. Agr. India 1915; Hartley and Pierce, s. S. 144[2]); Peltier, s. S. 144[2]); Gloyer and Glasgow, Bull. **513**, s. S. 169[7]); Gratz, s. S. 144[2]); Beach, W. S., Formaldehyde and other disinfectants in the control of lettuce diseases. Pennsylv. St., Bull. **202**, 1926, 3—28 (s. a. Phytopathol. **14**, 1924, 28, 29); Clayton, s. S. 169[7]); Small, s. S. 144[2]); Teng, S. C., The Rhizoctonosis of Lobelia. Phytopath. **19**, 1929, 585; Jørgensen, s. S. 161[6]).

[11]) Poole, R. F., Celery disease investigations. 42. Ann. Rep. N. Jers. St. Agr. Exp. St. 1922, 461—462; Krout, W. S., Control of lettuce drop by the use of formaldehyde. Jl. Agr. Res. **23**, 1923, 645—654; Leach, J. G., and Gilbert, H. C., Diseases of head lettuce in Minnesota. Agr. Exp. St. Div. Plant. Path. and Bot., Spec. Bull. **106**, 1926; Flachs, s. [9]).

cubensis an Gurken (2 l auf 100 l Wasser)[1]) sowie überhaupt gegen Vermehrungspilze (1—2%, 5 l/qm).[2])

Mehr oder weniger versagt hat die Formolbehandlung gegen *Phymatotrichum omnivorum*[3]), *Fusarium martii phaseoli*[4]), Kartoffelschorf[5]), *Colletotrichum tabificum*[6]), Kohlhernie[7]) und Kartoffelkrebs.[8]) Gegen Kartoffelkrebs war die Anwendung von 300 l/a einer 1—2%igen Lösung mit unmittelbar darauffolgender Einpressung von Dampf während 30—40 Minuten erfolgreich.[9])

Behandlungen gegen tierische Schädlinge blieben bisher ohne praktische Folgen, obwohl sie auf *Heterodera schachtii*[10]) nachteiliger wirken als Schwefelkohlenstoff. Gegenüber *Heterodera radicicola*[11]) liegen günstige Versuchsergebnisse vor.

[1]) Hollrung, s. S. 156[9]), 313.

[2]) Gifford, s. S. 141[8]); Johnson, J., *Pythium debaryanum* und *Rhizoctonia sp.* Ursachen d. damping-off usw. Agr. Exp. St. Wisconsin Res., Bull. **31**, 1914, 29—61; Höstermann und Noack, Lehrbuch der pilzparasitären Pflanzenkrankheiten. 1923, 6; Klebahn, H., Krankheiten des Sellerie, Flugbl. d. Biolog. Reichsanst. **83**, 1927; Masalab, N. A., The use of formalin in controlling the fungus diseases of young tobacco plants in hotbeds. Zap. Gosud, Nikitsk. Opytn. Bot. Sada **15**, 1930, 39—62; Jørgensen, s. S. 161[6]).

[3]) King, C. J., and Hoppe, C., Distributions of the cotton root-rot fungus in soil and in plant tissues in relation to control by disinfectants. Jl. Agr. Res. **45**, 1932, 725—740.

[4]) Burkholder, W. H., The dry root-rot of the bean. Corn. Univ. Agr. Exp. St. Memoir. **26**, 1919.

[5]) Halsted, B. D., Experiments with potatoes. 18. Ann. Rep. Exp. St., N. Jers. 1898, 276—294 u. 20. Rep. 1900, 326—345; Appel und Schlumberger, s. S. 154[1]); Brown, s. S. 169[7]).

[6]) Exper. a. Res. St. Cheshunt, Ann. Rep. **9**, 1923, 8—65.

[7]) Appel und Schlumberger, Versuche zur Bekämpfung der Kohlhernie. Mitt. d. Biolog. Reichsanst. H. **14**, 1913, 18—19 u. H. **15**, 1914, 13—15; Hammarlund, C., Några försök med klumprotsjuka *(Plasmod. brass.)* å kålväxter. Meddel. Centralanst. försök jordbruko mr. Nr. 106, 1915; Müller-Thurgau und Osterwalder, s. S. 156[4]); Schaffnit und Lüstner, s. S. 157[5]); Bremer, 1924, s. S. 140[6]) u. 1934, s. S. 166[6]); Blunck, H., Vergleichende Prüfung chemischer Mittel gegen Kohlhernie. Gartenbauwiss. **1**, 1929, 162; Flachs und Kronberger, s. S. 156[1]); Honig, s. S. 161[5]) (hier weitere Literatur); Jørgensen, s. S. 161[6]).

[8]) Eriksson, J., Wart disease of potatoes. Jl. Bd. Agr. **21**, 1914/15, 135 u. 1126—1128, Landtbruks-Acad. Handlingar och Tidskrift Nr. 6, 1913; Spieckermann, s. S. 154[7]); Hammarlund, C., Bot. avdelningen Nr. 111, 1915; Schaffnit und Voß, s. S. 154[4]); Schaffnit, s. S. 154[3]); Lyman, Kunkel und Orton, s. S. 168[9]); Rothamsted Exp. St., s. S. 144[1]); Roach, Glynne, Brierley and Crowther, s. S. 154[6]); Hunt, O'Donnel and Marshall, s. S. 144[2]); Ducomet et Foëx, s. S. 168[9]) u. Essais effectués en 1927. C. R. Acad. Agr. France **14**, 1928, 422; Köck, G., Ein Versuch zur Vernichtung des Kartoffelkrebses durch Bodendesinfektion. Österr. Z. f. Kartoffelbau Nr. 3, 1927 u. Nr. 4, 1928, s. a. S. 154[4]); Botjes, J. O., Bodemontsmetting ter bestrijding van de Aardappelwratziekte. Tijdschr. Plantenziekten **36**, 1930, 17—22.

[9]) Lyman, Kunkel und Orton, s. S. 168[9]); Hunt, O'Donnel and Marshall, s. S. 144[2]).

[10]) Müller und Molz, s. S. 166[10]); Baunacke, s. S. 134[2]), 205.

[11]) Schoevers, 1918, s. S. 159[9]), 85; Matthews, D. J., Cheshunt Res. St., 6. Ann. Rep. 1921, 47—50; Zimmerly and Spencer, s. S. 142[5]); Watson, s. S. 160[1]); Landgraf, T., Wurzelälchen an Gewächshaus-Begonien. Gartenwelt **32**, 1928, 354—358; Schwartz, 1930, s. S. 145[1]).

β) **Paraformaldehyd** (Trioxymethylen, *formaldehyde dust*)

Es wird empfohlen[1]), das Mittel mit Boden gemischt (je nach Bodenart 140 bis 340 g eines 6%igen Formaldehyd auf 36 l) anzuwenden oder ungemischt auszubreiten und in 8—10 cm Tiefe unterzuhacken zur Entseuchung der Frühbeete von *Pythium debaryanum, Sclerotium delphini, Fusarium lycopersici* und *Rhizoctonia solani* sowie von Nematoden. Gegen letztere sind 450 g auf 36 l eines von Fäulnisbestandteilen gereinigten Bodens erforderlich. (Auspflanzung von Selleriesetzlingen in behandeltem Boden nach 48, sicherer — besonders in Mineralboden — nach 72 Stunden.) Nach der Behandlung zeigten *Campanula, Petunia,* Salat und Rüben oft Schäden. Auf warmem und trocknem Boden entweichen die Formaldehyddämpfe rascher als auf kaltem und nassem.

γ) **Blausäureverbindungen**

1. Natrium- und Kaliumzyanid. Obwohl Blausäure[2]) für Tiere und Pflanzen viel giftiger als Schwefelkohlenstoff ist, hat sie als Bodenentseuchungsmittel keine so überragende Bedeutung erlangt wie letzterer.

Hauptnachteile der Blausäure sind: Spezifische Leichtigkeit des Gases (es wirkt gewissermaßen von unten nach oben und muß bei benötigter Tiefenwirkung in die entsprechende Tiefe gebracht oder durch Bedeckung mit Packpapier oder dergleichen dort gehalten werden), hohe Löslichkeit in Wasser und Adsorption durch tonhaltige Bodenbestandteile, hohe Empfindlichkeit der lebenden Pflanzenwurzeln gegen in Wasser gelöste Säurespuren.

Hauptvorteile sind: Hohes Durchdringungsvermögen des Gases, leichte Art der Anwendung (mit Hilfe der leicht zersetzlichen Kalium- und Natriumsalze), schnelle Giftwirkung und — mit Bezug auf nachfolgende Kulturen — rasche chemische Veränderung. Behandelte Flächen können nach 2—6 Wochen besät oder bepflanzt werden. In den mit Blausäure behandelten Böden wird das Pflanzenwachstum auffällig begünstigt, besonders bei Zugabe von Ammoniumsulfat.

Hauptbedingungen ihrer Anwendung sind: Möglichst örtliche Verabreichung auf trockenen durchlässigen Böden bei nicht zu niedriger Temperatur und zwar — in Rücksicht auf Pflanzenkulturen — tunlichst in den Abendstunden.

---

[1]) Alexander, Young and Kiger, s. S. 168[5]); Tilford, P. E., Control of damping-off of flower seedlings. Ohio St., Bimthly. Bull. **152**, 1931, 167—175; Wilson, J. D., The use of formaldehyde dust in growing celery seedlings. Ohio St., Bimthly. Bull. **159**, 1932, 198—204; Wilson, J. D., and Tilford, P. E., The use of formaldehyde dust in growing seedlings. Ohio St., Bull. **520**, 1933, 40 S.; Newton, W., and Bosher, J. E., The tomato root-knot disease. Sci. Agr. **13**, 1933, 594—595.

[2]) Mamelle, Th., Sur l'emploi du cyanure de potassium comme insecticide souterrain. C. R. Acad. Paris **150**, 1910, 50—52; Hyslop, J. A., Soil fumigation. Jl. Ec. Ent. **7**, 1914, 305—312; De Ong, E. R., Hydrocyanic acid gas as a soil fumigant. Jl. Agr. Res. **11**, 1917, 421—436; Andres, A., und Müller, A., Ein einfaches Verfahren der Blausäureentwicklung aus Zyannatriumlösungen und seine Verwendung zur Bekämpfung schädlicher Insekten. Z. angew. Ent. **6**, 1920, 372—389; Peterson, A., A prelim. rep. on the use of sodium cyanide for the control of the peach-tree borer *(Sannin. exit.)*. Jl. Ec. Ent. **13**, 1920, 201 bis 207; Davis, s. S. 158[1]); Melander, A. L., Div. Ent. 32. Ann. Rep. Wash. Agr. Exp. St., Bull. **175**, 1922, 21—25; Fant, Moore and Peterson, s. S. 153[1]); Muir, F., and Swezey, O. H., Ent., Rep. Comm. Exp. St. Hawaii Sugar Pl. Assoc. 1924/25. 1926, 12—23.

Die Zyansalze werden entweder in Erdlöcher gegeben (15—20 g/qm; Mamelle) oder als trockene Gemische untergepflügt (74—76% Natriumzyanid von 98—99% Reinheit, 16—24% Kaliumchlorid, 2—8% indifferente Stoffe, 135—765 kg/0,4 ha; Hyslop) oder in wäßriger Lösung verabreicht (70 kg auf 3500 l Wasser/0,4 ha; Davis).

Gegen Bodenpilze (Russel), Kartoffelkrebs und Kohlhernie (Schaffnit) erwiesen sich Bodenbehandlungen mit Zyannatrium als unwirksam.

Bei Vorbehandlung mit 500—1000 g/10 qm gegen die Stockkrankheit des Roggens war nach Rump[1]) eine große Anzahl Pflanzen erkrankt. Schaffnit[2]) hatte mit 50 g/qm überraschend günstige Ergebnisse gegen *Tylenchus dipsaci;* (Aussaat von Sommerroggen nach 2 Wochen). Gegen *Heterodera radicicola*[3]) ergab Anwendung von 13,5, 27,0 und 40,5 kg Zyannatrium je a mit nachfolgender Bewässerung und Verabreichung von 20, 40 und 60 kg Ammoniumsulfat eine vorübergehende Vernichtung (Robson), meist jedoch nur eine Verminderung. Bei zweimaliger Behandlung des Bodens mit 22,5 g/qm Zyannatrium und 15 l Wasser erreichte Duruz im Gewächshaus eine weitgehende Entseuchung.

Befriedigend verliefen Bodenentseuchungen gegen Tausendfüße[4]) in Gewächshausbeeten mit 67,5 kg/0,4 ha, in Furchen gegeben und zugedeckt gegen die Schabe *Pycnoscelus surinamensis*[5]) mit 0,1 g Zyannatrium in 100 ccm Wasser auf 400 ccm Erde (im Topf) und gegen *Gryllotalpinen*[6]) mit 28 g in 3,8 l Wasser.

Mit 2%iger Lösung wurden Larven von *Euxoa segetum*[7]), ferner in örtlicher Behandlung mit 21 g in 72 l Wasser alle Larven von *Crambus hortuellus*[8]) restlos vernichtet. Bei 5—10jährigen Bäumen sind Larven von *Sanninoida exitiosa*[9]) bei Verabreichung von gekörneltem und aufgelöstem Salz zu 75—90% getötet worden.

Bei Durchgasung eines mit Puppen von *Epochra canadensis* durchsetzten Bodens mittels Zyankalium gingen diese nach Severin[10]) zugrunde, doch entblätterten Ribespflanzen.

---

[1]) Schaffnit, s. S. 154[3]) u. Z. Pflanzenkrankh. **30**, 1920, 59; Russel, 1920, s. S. 143[1]); Rump, L., Zur Bekämpfung der Stockkrankheit des Roggens. Deutsch. Landw. Presse **50**, 1923, 311.

[2]) Schaffnit und Lüstner, 1920, s. S. 157[5]).

[3]) Kühn, s. S. 155[7]), 88; Duruz, W. P., A study of the root-nematode *(Het. radic.)* and its control. Soil Sci. **4**, 1917, 481—492; Byars, L. P., Experiments on the control of the root-knot nematode *Het. radic.* 1. The use of hydrocyanid-acid gas in loam soil in the field. Phytopathol. **9**, 1919, 93—103; Watson, J. R., Flor. Agr. Exp. St., Bull. **151**, 1919, 211 u. 1920/21, s. a. S. 160[1]); Robson, R., Root-knot disease of tomatoes. Jl. Hort. Soc. **44**, 1919, 31—51.

[4]) Horsfall, J. L., and Eyer, J. R., Prelim. notes on control of millipedes under sash. Jl. Ec. Ent. **14**, 1921, 269—272.

[5]) Doucette, C. F., and Smith, F. F., Control experiments on the surinam cock-roach *(Pycnoscelus surinamensis)*. Jl. Ec. Ent. **19**, 1926, 650—656.

[6]) Watson, J. R., Mole crickets. Florida Agr. Exp. St., Press. Bull. **372**, 1925.

[7]) Strañák, F., Uzel, J., Baudyš, E., u. a., Zprávao chorobách a škůdcich rostlin kulturnich Čechách za rok 1918. Zemédelský Arch. Prag 1920, 80—96, 195—202.

[8]) Beckwith, C. G., Cranberry investigations. Rep. N. Jers. Agr. Exp. St. 1920, 447 bis 459.

[9]) Peterson, s. S. 176[2]).

[10]) Severin, H. H. P., Fruit flies of economic importance in Calif. Currant fruit fly *(Epochra canadensis)*. Mthly. Bull. Cal. St. Comm. Hort. **7**, 1918, 201—206.

Gegen Larven von Melolonthinen *(Lepidoderma*[1]*, Popillia*[2]*, Melolontha*[3]*, Anomala*[4]*, Lachnosterna*[5]*))* und Elateriden[6]) sicher wirkende Insektizidmengen vernichten auch die Pflanzen. Die Alkalisalze der Blausäure wirkten auch gegen Rüsselkäferlarven[7]) schlechter als Schwefelkohlenstoff.

Die Unbrauchbarkeit schwacher Lösungen zur radikalen Entseuchung von reblausverseuchten Rebstöcken[8]) ist seit Mouillefert wiederholt bestätigt worden. Dasselbe trifft für die Bekämpfung der Blutlaus an den Wurzeln von Apfelbäumen zu.[9]) Mit 3 $^0/_{00}$ Wässerung sollen auf gut getrocknetem Boden Wurzeln des Kaffeebaumes (je Pflanze $7\frac{1}{2}$ l) von wurzelbewohnenden Cocciden *(Geococcus, Rhizoecus, Pseudococcus)*[10]) gereinigt worden sein.

2. Kalziumzyanid (Zyanogas, Kalzid)[11]). Hauptvorzug des im flockigen *(flakes)*, körnigen *(granular)*, und staubförmigen *(dust)* Zustand in den Handel kommenden Mischsalzes ist die allmähliche Entwicklung von Blausäuregas unter Einwirkung der Luft- und Bodenfeuchtigkeit. Bei Entbehrlichkeit der Bewässerung wird Verfahren vereinfacht und die pflanzenschädliche Einwirkung des blausäurehaltigen Bodenwassers gemindert. Gegenüber Schwefelkohlenstoff ist Verbindung besonders gut auf Lehmboden, weniger gut auf leicht durchlässigem Boden brauchbar.

Die mit Bewässerung verknüpfte nasse Anwendung des Kalziumzyanids wurde begreiflicherweise wenig untersucht.

---

[1]) Jarvis, E., Combatting the cane beetle. Queensl. Agr. Jl. **5**, 1916, 280—281.

[2]) Goodwin, W. H., Jap. flower beetle. Jl. Ec. Ent. **12**, 1919, 247—252; Davis, s. S. 158[1]); Leach, B. R., and Thomson, J. W., A control for jap. beetle larvae in golf greens. Jl. Ec. Ent. **16**, 1923, 312—314; Fleming, W. E., The comparative value of carbon disulphide and other organic compounds as soil insecticides for the control of the jap. beetle. N. Jers. Agr. Exp. St., Bull. **410**, 1925; Ders., Water and water solutions of organic compounds as dips for the soil of potted plants infested with jap. beetle. Jl. Agr. Res. **33**, 1926, 821—828.

[3]) Faes, H., et Tonduz, Rapport 1923. Ann. Agr. Suisse **25**, 1924, 383—390.

[4]) Zappe, M. P., and Garman, P., Tests of insecticides for the control of the asiatic beetle *(Anomala orientalis)*. Connect. Agr. Exp. St., Bull. **265**, 1925, 294—299; Britton, W. E., A new pest of lawn. Connect. Agr. Exp. St., Bull. Immed. Inf. **52**, 1925, 25—28.

[5]) Hinds, W. E., Rep. Entom. 31. Ann. Rep. Alabama Agr. Exp. St. 1919, 27—29; Wolcott, G. N., Inform. annual Div. Ent. Inf. An. Estacion Exp. Ins. Rio Piedras, Puerto Rico 1922, 55—60.

[6]) Hyslop, s. S. 176[2]); Peterson, A., Soil-infesting insect investigations. N. Jers. Agr. Exp. St. 1918, 469—479; Melander, s. S. 162[2]).

[7]) Melander, A. L., Miscellaneous pests and their control. 34. Ann. Rep. Wash. Agr. Exp. St. 1923/24, Bull. **187**, 1924, 46—52.

[8]) Cornu et Mouillefert, s. S. 156[3]), 71; Dewitz, J., Neuere Bekämpfungsversuche gegen die Reblaus. Mitt. üb. Weinbau u. Kellerwirtschaft **26**, 1914, 149; Faes, H., et Staehelin, M., L'utilisation des gaz toxiques dans la lutte contre les insectes nuisibles. Ann. Agr. Suisse **24**, 1923, 29—31.

[9]) Schoeve, W. J., Notes on woolly aphis studies. Va. St. Crop. Pest. Comm., Quartl. Bull. **4**, 1922, 7.

[10]) Pickel, B., Alguns parasitos radicicolas de cafeeiro em Pernambuco. Chacaras e Quintaes **37**, 1928, 369—370.

[11]) Libes, Progr. Agr. et Vitic. Nr. 31, 1926; Goffart, H., Die Verwendung von Calciumcyanid in der Schädlingsbekämpfung. Anz. f. Schädlingskunde **3**, 1927, 128—132; Miles, s. S. 155[10]), 23—28; Regnier, R., De l'emploi du cyanure de calcium comme insecticide en France. 4. Intern. Congr. Ent. Ithaca, N. Y. 1928, 87—89.

Im trockenen Zustand wird Kalziumzyanid bei Vorbehandlung ausgestreut und untergeackert oder mit besonderen Drillmaschinen oder dem Pflug angehängtem Dosierungsbehälter in die Furche gebracht.[1]) Bei Kulturalbehandlung wird das Gift in offene oder geschlossene Erdlöcher in Nähe der Pflanzen verteilt.

Zur Bekämpfung von Nematoden[2]) kann Kalziumzyanid höchstens für schwachverseuchte kleine Flächen empfohlen werden. Goffart vermißte gegen Rübennematoden in Topf- und Freilandversuchen selbst bei Verabreichung von 200 g/qm jede Wirkung. Während in Wasserkultur 0,1% Kalziumzyanidlösungen schädigen, ergibt eine 1%ige Lösung einen wirklich nachhaltigen Erfolg. Nach Hodson und Gibson waren Mengen von 1700—2250 kg/ha für *Tylenchus dipsaci*, dagegen nicht für *Heterodera schachtii* schädlich. Miles und Turner erzielten gegen *Heterodera radicicola* bei einer Herbstbehandlung eines starkverseuchten Bodens mit 850—2250 kg Kalziumzyanid je ha 90%, im Frühjahr bei einer Bodentemperatur von 8—9° mit 1350 kg/ha 96—99% befallsfreie Tomaten.

Ähnliche Ergebnisse hatte u. a. Thorne; mit 360—720 kg/0,4 ha wurden bis zu 20 cm Tiefe alle, von 23—36 cm etwa die Hälfte und unterhalb von 36 cm keine Nematoden abgetötet. Bei den tieferwurzelnden Gurken waren die Erfolge noch ungünstiger. Auf einem von *Heterodera schachtii* verseuchten Feld, das 254 kg/0,4 ha Kalziumzyanid erhielt, wurden an Kartoffeln geerntet 2400 kg, bei Verabreichung von 508 kg/0,4 ha 3000 kg, gegenüber der nichtbehandelten Parzelle mit 1000 kg (Miles u. Turner, 1928).

In Amerika und England fand Kalziumzyanid vor allem zur Bekämpfung von Drahtwürmern Verwendung. Die unmittelbare Bekämpfung[3]) trat wegen der sehr hohen Materialkosten — je ha waren 300—450 kg Insektizid erforderlich — in den Hintergrund. Wirkungsvoller und billiger wird das Verfahren, wenn die Drahtwürmer vor der Anwendung des Mittels durch Fangpflanzen (Weizen, Hafer,

[1]) American Cyanamid Co., Calciumcyanide for the control of certain insects, rodents and other pests; Jarvis, E., Cane pest combat and control. Queensl. Agr. Jl. **21**, 1924, 325—326 u. 28. Rep. Bur. Sugar Exp. St. Queensl. 1928, 14—19; Miles, H. W., and Petherbridge, F. R., Investigations on the control of wireworm. Ann. Appl. Biol. **14**, 1927, 359 bis 387; Headlee, T. J., Rep. Dep. Ent. Rep. N. Jers. Agr. Exp. St. 1929, 125—189.

[2]) Thorne, G., and Giddings, L. A., The sugar beet nematode in the western states. U. S. Dep. Agr., Farmers' Bull. **1248**, 1922, 3—16; Goffart, H., Versuche zur Bekämpfung der Rübennematoden *(Heterod. schachtii)* mit Kalziumzyanid. Arbeit. Biolog. Reichsanst. **15**, 1927, 249—260; Hodson, W. E. H., and Gibson, G. W., Some experiments with calcium cyanide as a control for plant parasitic nematodes. Ann. Appl. Biol. **15**, 1928, 639 bis 648; Miles, s. S. 155[10]), 27; Miles, H. W., and Turner, W. H., On the control of the root knot eelworm, *Heterod. schachtii*. Jl. Helminthol. **6**, 1928, 59—76; Jones, L. H., Eradication of nematodes in greenhouse soils. Massach. St., Bull. **260**, 1930, 342—343; Thorne, s. S. 155[6]); Krishna Ayyar, s. S. 161[8]).

[3]) Lane, M. C., Simple methods of rearing wireworms *(Elateridae)*. Jl. Ec. Ent. **17**, 1924, 578—582; Muir and Swezey, s. S. 176[2]); Spuler, A., Baiting wireworms. Jl. Ec. Ent. **18**, 1925, 703—707; Headlee, T. J., Rep. N. Jers. Agr. Exp. St. 1925, 279—349; 1926, 359—433; 1929, 125—189; Campbell, R. E., The concentration of wireworms by baits before soil fumigation with calcium-cyanide. Jl. Ec. Ent. **19**, 1926, 636—642.

Mais) geködert werden.[1]) In dieser Form eignet es sich besonders für Spezialkulturen im Gewächshaus und Freiland (nach Umbruch von Brach- und Weideland). Bei erfolgreicher Durchführung wird der Schädling für mindestens drei Jahre wirksam bekämpft. — In England wurden so bei Verwendung von 84 kg/ha im Durchschnitt über 75%, bei Verabreichung von 89—137 kg/ha 95 und 96% und bei 140—153 kg/ha 98 und 100% Drahtwürmer vernichtet.

Zur Bekämpfung von *Lepidiota*-Arten[2]) an Zuckerrohr hat vor allem Jarvis viele Laboratoriums- und Feldversuche mit teilweise befriedigendem Ergebnis durchgeführt. Box vermochte mit 28 g je Wurzelstock 85% der Larven zu vernichten. Bei Bodenbehandlungen gegen *Lachnosterna*-Larven mittels Kalziumzyanid und Schwefelkohlenstoff wurden im Gegensatz zu Paradichlorbenzol Kentucky-Blaugras, Luzerne und Mais beschädigt. Gegen den Schädling genügten jedoch nur die zuerst genannten zwei Mittel.[3]) Mit 10 g je Zuckerrohrschößling wurden innerhalb von 24 Stunden 90% der Larven von *L. smithi*[4]) getötet, mit 5—8 g 50—77% und bei Vermischung von 5 g Kalziumzyanid mit trocknem Sand 73%. Gegen Larven von *Anomala orientalis*[5]) in Grasplätzen versagte Verabfolgung in Erdlöchern, während bei breitwürfiger Anwendung von 115 bis 170 g, verbunden mit Nachwässerung, alle Schädlinge eingingen und die Pflanzen litten; mittels 28—115 g/qm Cyanogas G (Kalziumzyanidgehalt 40—50%) entstanden nur leichte Grasschäden bei Vernichtung aller anwesenden Larven.

Weitere Anwendungen des Mittels: Gegen Larven von Melolonthinen, *Rhizo-*

---

[1]) Campbell, R. E., Prelim. Rep. on the use of calcium-cyanide as a soil fumigant for wireworm. Jl. Ec. Ent. **17**, 1924, 562—567 u. s. S. 179[3]); Melander, s. S. 162[2]) u. das. 34. Ann. Rep., Bull. **187**, 1924, 46—52; Spuler s. S. 179[3]); Miles, H. W., Observations on wireworm and their control in England with cyanogas calcium-cyanide. Res. Devpmt. Cyanogas Calc. Cyanide, Sect. 5, 1926, 18—34; Ders., The control of wireworm. Agr. Prog. **4**, 1927, 11—15 u. s. S. 155[10]); Horsfall, J. L., and Thomas, C. A., A prelim. Rep. on the control of wireworms on truck crops. Jl. Ec. Ent. **19**, 1926, 181—185; Britton, W. E., 25. Rep. Ent., Conn. Agr. Exp. St., Bull. **275**, 1926, 215—330; Britton, W. E., and Anderson P. J., Tobacco insects observed in Connecticut in 1925. Conn. Agr. Exp. St., Bull. **6**, 1926, 74—93 T; 39. Ann. Rep. Pennsylv. Agr. Exp. St., Bull. **204**, 1926, 33—38; Miles and Petherbridge, s. S. 179[1]); Jarvis, E., Queensl. Agr. Jl. **28**, 1927, 114—115; Malenotti, E., Contro gli Elateridi nel Basso Piave. Atti Acad. Agr. Sc. Lett. Verona (5) **4**, 1927, 123 bis 154; Hawkins, J. H., Wireworms affecting Maine agriculture. Bull. Maine Agr. Exp. St. **343**, 1928, 20 S. u. Bull. Idaho Agr. Exp. St. **160**, 1928, 21 (Vers. nicht sehr erfolgreich).

[2]) Jarvis, E., Cane pest combat and control. Queensl. Agr. Jl. **21**, 1924, 325—326. **22**, 1924, 95—96 u. 273—275. **27**, 1927, 270—271. **29**, 1928, 107—113; Jarvis, E., and Burns, A. N., Das. **26**, 1926, 217—221; Burns, A. N., Das. **25**, 1926, 321—322; Box, H. E., Porto Rican cane grubs and their natural enemies, with suggestions for the control of lamellicorn larvae by means of wasp parasites. Jl. Dep. Agr. Porto Rico **9**, 1925, 291—356.

[3]) Injurious insects and other pests. Rep. Cansas Agr. Exp. St. 1927, 71—84.

[4]) D'Emmerez de Charmoy, D., Insect pests. Ann. Rep. Dep. Agr. Mauritius 1928, 12—13; Ders., Notes sur la destruction du *Phytalus smithi* en 1927—1928. Rev. Agr. Maurice 1929, 164—165; Repts. Control *Phytalus smithi* 1926—1929, Mauritius 1927—1929.

[5]) Zappe and Garman, s. S. 178[4]); Britton, s. S. 178[4]); Britton, W. E., and Zappe, M. P., Further notes on the asiatic beetle *(Anom. orient.)*. Connect. Agr. Exp. St., Bull. **275**, 1926, 309—312.

trogus palens[1]) an Zuckerrohr, *Leucopholis irrorata*[2]) ebenda, *Anodontonyx tetricus*[3]) an Hafer und Weizen und *Lamellicornier*-Larven im allgemeinen, wenn behandelte Fläche z. B. mit geteerter Dachpappe bedeckt wird.[4])

Bodenentseuchungen mit gutem Ausgang gegen Dipterenlarven bzw. -puppen wurden ausgeführt gegen *Rhagoletis pomonella* (Mundinger[13]), durch Ausstreuen und Unterhacken von gekörntem Kalziumzyanid), *Contarinia pyrivora*[5]) (durch Unterarbeiten von 14 und mehr g je 0,84 qm in 10 cm Tiefe), *Perrisia pyri*[6]) (durch Einarbeiten von 32 g/qm) und *Pegomyia hyoscyami*[7]) (zu 1‰ mit Erde gemischt); unbefriedigende Ergebnisse liegen mit 19,5 g/qm vor gegen Puppen von *Rhagoletis cerasi*.[8])

Eine der ältesten Anwendungen des Giftes richtete sich gegen die Wurzelform der Blutlaus (70 g/qm).[9]) Weniger erfolgreich verliefen Winterbehandlungen mit staubförmigem Kalziumzyanid gegen *Eriosoma pyricola*.[10]) Nach Chigarev wurden bei Vergasung der Verbindung unter einer Decke alle Stadien der Reblaus bis zu einer Tiefe von 51 cm getötet.[11])

Beim Unterpflügen von 540 kg/0,4 ha sollen alle Bodeninsekten einschließlich *Gryllotalpa*-Arten[12]) zugrunde gehen. Ferner werden im Boden befindliche *Thripse*[13]) vernichtet.

δ) Kalziumkarbid

Verbindung, die unter dem Einfluß der Bodenfeuchtigkeit Azethylen entwickelt, wird seit langem, bisher jedoch ohne größeren Erfolg, gegen Bodenschädlinge empfohlen. Behand-

---

[1]) D'Emmerez de Charmoy, D., Insect pests in Mauritius in 1928. Ann. Rep. Dep. Agr. Mauritius 1929, 6—8.

[2]) Uichanco, A conspectus of injurious and beneficial insects of sugar cane in the Philippines, with special reference to Luzon and Negros. 6. Ann. Conv. Philipp. Sugar Assoc., Manila 1928.

[3]) McCarthy, T., The wheat root grub *(Anodontonyx tetricus)*. Agr. Gaz. N. S. W. **39**, 1928, 306—313.

[4]) Chigarev, G., On the application of soil-mulching for the control of soil-inhabiting pests. Plant Protect. **8**, 1931, 249—256; Ders., On the method of soil disinfection in the control of Scarabaeid larvae in forestry. Plant Protect. **8**, 1931, 534—547.

[5]) Staniland, L. N., and Walton, C. L., Experim. on the control of pear midge *(Contarinia pyrivora)*. Rep. Agr. Hort. Res. St., Bristol 1929, 124—129.

[6]) Miller, D., The pear-midge. Further observations and control with calcium cyanide. N. Zealand Jl. Agr. **30**, 1925, 220—224; N. Zeal. Dep. Agr. Ann. Repts. 1924, 26 u. 1925, 32.

[7]) Hille Ris Lambers, D., Gegevens over biologie en bestrijding der bietenvlieg II. Meded. Inst. Suikerbietenteelt **2**, 1932, 163—214.

[8]) Wiesmann, s. S. 141[4]), 747.

[9]) Quayle, H. J., Calcium cyanide dust as an insecticide. Jl. Ec. Ent. **16**, 1923, 327 bis 328.

[10]) French, C., and Lewick, G. T., The pear root aphis *Eriosoma pyricola*. Jl. Dep. Agr. Vict. **23**, 1925, 684—685.

[11]) Chigarev, s. [4]), 249.

[12]) Frappa, C., Les insectes nuisibles au caféier à Madagascar. Agr. Prat. Pays chauds **2**, 1931, 245—257; Watson, s. S. 177[6]).

[13]) Mundinger, F. G., Experim. with calcium cyanide as an insecticide. Proc. 69. Ann. Meeting, New York St. Hort. Soc. 1924, 134—138; Miles, H. W., Thrips on orchid seedlings. Gard. Chron. **81**, 1927, 96; Forggatt, J. L., Dusting with calcium cyanide for banana thrips control. Queensl. Agr. Jl. **27**, 1927, 67—72.

lungen liegen vor gegen Reblaus und *Capnodis*[1]) (u. a. Injektion in Höhe der am tiefsten gelegenen Hauptwurzeln), gegen *Oniscus*, *Julus* und *Margarodes*[2]) (Eingraben von 70 g je Baum, etwa $\frac{1}{2}$ m vom Stamm entfernt in etwa $\frac{1}{2}$ m Tiefe) und gegen Maikäferengerlinge[3]) (Ausstreuen in darauf mit Erde bedeckter Pflanzfurche, auf sandigen Böden Verabreichung in 30—35 cm tiefe, 15—20 cm voneinander entfernte Löcher). Gegen Rebläuse soll Mittel bei Verwendung von 50 kg/75 qm (Hollrung) nicht, bei einer solchen von 1 kg/qm (Girardi) gut gewirkt haben[1]). Weitere Versuche verliefen ohne Erfolg gegen *Heterodera schachtii*[4]), *Tylenchus devastatrix*[5]), Drahtwürmer[6]), *Othiorrhynchus ovatus*[7]) und Kohlhernie[8]). Verhältnismäßig häufig wird Gas zur Bekämpfung von *Gryllotalpa gryllotalpa*[9]) genannt.

8. Chlorhaltige organische Verbindungen

α) Tetrachlorkohlenstoff

Verbindung verflüchtigt langsamer als Schwefelkohlenstoff, hält deshalb länger an als dieser, wirkt aber nicht so toxisch.[10]) Obwohl sie teurer als Schwefelkohlenstoff ist, wird sie wegen ihrer Nichtentzündbarkeit oft bevorzugt.[11]) Als Reblausbekämpfungsmittel[12]) hat Tetrachlorkohlenstoff versagt, desgleichen gegen *Sanninoidea exitiosa*[13]), *Scutigerella immaculata* (946 l/0,4 ha)[14]) und zusammen mit Paradichlorbenzol gegen *Lepidoderma albohirta*.[15])

---

[1]) L'Arboriculture fructière dans le nord de l'Afrique. Rev. Hort. Algère **23**, 1919, 261—273; Schribaux et Chuard, Jl. Agr. prat. **1**, 1896, 795; Denkschr. üb. Bekämpfung der Reblaus f. 1899, 19; Hollrung, M., Nochmals: Azetylengas zur Bekämpfung von Schädlingen? Deutsche Landw. Presse 1900, 1041; Zschokke, A., Azetylengas zur Bekämpfung von Schädlingen. Jahresber. Obst- u. Weinbauschule Neustadt/H. 1900, 39; Girardi, J., Pulgones de los vegetales. Rev. Agric. **2**, 1916, 303—308.

[2]) Fungicidas e insecticidas mas usados para combatir las enfermedades de las plantas. Rev. Agric. **2**, 1916, 341—348.

[3]) Pée-Laby, s. S. 201[1]); Seeger, M., Die Bekämpfung des Engerlings in Pflanzenschulen mittels Azetylen. Forstarchiv 1932, 114.

[4]) Baunacke, s. S. 139[2]).

[5]) Ramsbottom, s. S. 159[10]).

[6]) Karel, s. S. 199[7]).

[7]) Melander, s. S. 200[1]).

[8]) Müller-Thurgau und Osterwalder, s. S. 156[4]) und S. 154[8]), 1922; Osterwalder, s. S. 134[1]).

[9]) Feytaud, s. S. 198[3]); Weiß, H. B., and Dickerson, E. E., The european mole cricket *(Gryllot. gryllot.)*, an introduced insect pest. Jl. N. York Ent. Soc. **26**, 1918, 18—23; Rolet, A., La destruction des courtilières. Vie Agr. Rur. **18**, 1921, 205—206.

[10]) Thiem, H., Die Prüfung von Mitteln zur direkten Bekämpfung der Reblaus. Arb. Biolog. Reichsanst. **13**, 1925, 428; Melander, s. S. 178[7]).

[11]) Pospielov, V. P., Rep. Ent. St. South-Russian Soc. Prom. Agr. f. 1912. Kiew 1913; Tarnani, J. K., Beobachtungen zur Biologie von *Melolontha*. Jl. Appl. Ent. Kiew **1**, 1917, 8—21; Grassée, P. P., Sur quelques insectes de la vigne. Prog. Agr. Vitic. **89**, 1928, 232—236, 262—265.

[12]) Rübsamen, E. H., Die Bekämpfung der Reblauskrankheit in Preußen. Z. angew. Ent. **1**, 1914, 20—49.

[13]) Blakeslee, E. B., Use of toxic gases as a possible means of control of the peach tree borer. U. S. Dep. Agr., Bull. **796**, 1919; Snapp, O. J., and Thomson, J. R., Further Experim. on the control of the peach borer on nursery stock and orchard trees. Jl. Ec. Ent. **27**, 1934, 771—779.

[14]) Michelbacher, s. S. 155[6]).

[15]) Jarvis, E., Paradichlorobenzene for combatting cane grubs. Introduction and pest history. Queensl. Agr. Jl. **29**, 1928, 97—107.

β) Tetrachloräthan

Freilandversuche gegen *Phymatotrichum omnivorum* an Baumwolle, Ahorn, Ulme[1]) verliefen bei Anwendung von 500—1000 ccm — in Erdlöcher von 15 cm Tiefe und Abstand verabreicht — für den Pilz tödlich, führten jedoch zu schweren pflanzlichen Schädigungen; mit Tetrachloräthan vor der Bepflanzung behandelte Böden wirkten drei Monate lang entwicklungshemmend.[2])

Als Reblausbekämpfungsmittel[3]) versagte reines Tetrachloräthan. Mit 1%igen Lösungen, einschließlich solcher von Trichloräthan, wurden in Topfkulturen wurzelbewohnende *Ripersia-* und *Pemphigus*-Läuse[4]) ohne Schädigung der Pflanze vernichtet. In schwachprozentiger wasserlöslicher Emulsion (1% 10 l/qm) gehen in lehmigem Boden sämtliche Puppen und Maden von *Rhagoletis cerasi* zugrunde.[5]) Wurden 5 l Nematodenerde *(Heterodera schachtii)*[6]) mit 1 l 3%iger Gallerte (Ergetan) begossen, so gingen die Larven erst nach acht Tagen ein. In 3%iger Lösung lebten Larven in Zysten noch nach zwölf Tagen.

Über die Bedeutung von Tetrachloräthan in Verbindung mit Schwefelkohlenstoff s. S. 190, 193, 194, 202.

γ) Chlorpikrin (Trichlornitromethan)

Wegen seiner Gefährlichkeit bisher ohne größere praktische Bedeutung, obwohl seine insektizide Wirkung vielfach die des Schwefelkohlenstoffs übertrifft und der der Blausäure nahekommt. Seine Anwendung führt bei Simultanbehandlungen leicht zu recht beträchtlichen Pflanzenschädigungen; zweckmäßig durchgeführte Prädesinfektion ist mit Wachstumsförderung der behandelten Pflanzen verbunden.[7])

Günstige Erfolge wurden erzielt bei der Bekämpfung von schädlichen Bodenpilzen, besonders *Pythium* an Zuckerrohr auf Hawai (Cook), und von Flachsmüdigkeit (Shchepetilnikovs). Die angeblich schwache fungizide Wirkung des Mittels (Boischot) dürfte auf unvorteilhafte Versuchsbedingungen zurück-

[1]) Ezekiel and Taubenhaus, s. S. 174[8]) und Field trials of Pentachlorethane, Tetrachlorethane and Xylol as affecting *Phymatotrichum* root rot and host plants. Phytopath. **25**, 1935, 16.

[2]) Vgl. auch Schwaebel, Vergleichende Versuche über Bodendesinfektion mit Schwefelkohlenstoff, Dichloräthylen, Trichloräthylen und Tetrachloräthan. Centralbl. Bakt. II, **60**, 1923, 316—318.

[3]) Börner, C., und Thiem, H., Das Vernichtungsverfahren mittels Tetrachloräthangallerte *(Ergetan)*. Mitt. Biolog. Reichsanst. H. **21**, 1921, 167—173.

[4]) Saunders, W. H., Investigations into insecticides for root mealy bug and root aphis. Ann. Appl. Biol. **13**, 1926, 495—501.

[5]) Thiem, s. S. 160[7]), 59 u. 60; Ders., Richtlinien zur Vernichtung der Puppen der Kirschfruchtfliege durch Behandlung des Bodens. Nachrichtenbl. f. Deutschen Pflanzenschutzdienst **15**, 1935, 8—9.

[6]) Baunacke, s. S. 134[2]), 202.

[7]) Parker, s. S. 143[2]); Roark, R. C., Chloropikrin. U. S. Dep. Agr. Bur. Chem. Bibliog. Nr. **1**, 1926, 73 S.; Gersdorff, W. A., Supplem. to chloropicrin bibliography. Das. Nr. **1** suppl. 1930, 19 S.; Cooke, D. A., The relation of *Pythium* to growth failure on phosphate fixing soils. Rep. Assoc. Hawaiian Sug. Techn. **12**, 1933, 169—198; Shchepetilnikovs, A. M., Chlorpikrin als Mittel zur Bekämpfung von Unkräutern und Flachsmüdigkeit in Böden. Khimiz. Sotsial. Zemled 1933, 128—135; Godfrey, G. H., Control of soil fungi by soil fumigation with chloropicrin. Phytopath. **24**, 1934, 1146 u. **26**, 1936, 246 bis 296; Boischot, s. S. 141[1]), 256.

zuführen sein, zumal es sich nach Parker und Godfrey auch zur Entseuchung von Gewächshausböden eignen soll.

Befriedigende Wirkungen sind ferner vor allem gegen Nematoden beschrieben worden.[1]) Gegen *Heterodera schachtii* wurden bei Anwendung von 200, 400 und 800 l/ha Ertragssteigerungen bis zu 500% und 2% Zuckergehalt erreicht; zur Behandlung empfohlen werden 400 l/ha (Kerab und Bootovsky). Auf den günstigen Beobachtungen von Russel und Matthews aufbauend, ist die Verbindung vor allem von Godfrey und seinen Mitarbeitern gegen *Heterodera marioni* an Ananas auf Hawai zur Anwendung gelangt. Feldbehandlungen mit 146 und 180 kg/ha ergaben eine Verminderung der Nematoden von 94,5% und eine Ertragssteigerung von 26 und 31,4%; in anderen Fällen betrug bei Verabreichung von 169 und 191 kg/ha die Vernichtung der Nematoden 83 und 90% und die Ernteerhöhung 52,3% gegenüber Schwefelkohlenstoff (844 kg/ha) mit einer Nematodenreduktion von 48% und einer Ertragszunahme von 29,3% (Godfrey). Bedingungen der erfolgreichen Nematodenbekämpfung mit Chlorpikrin sind: Vollständige Zersetzung der verseucht gewesenen Wurzeln von der vorausgegangenen Ernte, gute Bodenlockerung, keine zu hohe Bodenfeuchtigkeit und Bedeckung der behandelten Flächen mit einem imprägnierten (Teer-)Mulchpapier.

Durch Chlorpikrin gingen nach Hasson sämtliche Bodenschädlinge, vor allem auch Mäuse ein.[2]) Während es bei einigen Forschern auf Engerlinge, Drahtwürmer, Erdraupen u. a. nicht wirkte[3]), hatten andere[4]) bei mehr oder weniger modifizierter Art der Anwendung befriedigende Ergebnisse. Emulsionen wurden von Marumo (Stammlösung 250 ccm Chlorpikrin, 160 ccm Wasser und 7,5 ccm Seife)

---

[1]) Matthews, D. J., Rep. on the work of the W. B. Bandall research assistant. Nurs. and Mark. Gard Ind. Dev. Soc., Exp. and Res. St., Cheshunt. Ann. Rep. **5**, 1919, 18—21. **6**, 1920, 45—51; Russel, s. S. 143[1]); Kerab, J. J., and Bootovsky, A. B., Chloropicrin as a new remedy against beet nematodes. Nauk. Zopiski Tsukr. prom. Ukrain. Nauk. Dosl. Inst. Tsukr. Prom. **9** (21—22), 1932, 149—162; Johnson, M. O., and Godfrey, G. H., Chloropicrin for nematode control. Ind. a. Eng. Chem. **24**, 1932, 311—313; Godfrey, G. H., Oliveira, J., and Hosing, H. M., Increased efficiency of chloropicrin for nematode control with better confinement of the gas. Phytopath. **24**, 1933, 1332—1346; Godfrey, G. H., Chloropicrin injurious to greenhouse plants. Sci. **77**, 1933, 583; Ders., The confinement of chloropicrin and other gases for fumigation purposes. Phytopath. **24**, 1934, 1366—1373; Ders., Experiments on the control of the root-knot nematode in the field with chloropicrin and other chemicals. Phytopath. **25**, 1935, 67—90.

[2]) Hasson, J., Bekämpfung tierischer Schädlinge durch Vergasung des Bodens. Wien. Landw. Z. **70**, 1920, 471.

[3]) Dingler, M., Über Versuche mit Sprengungen zur Engerlingsbekämpfung. Z. angew. Ent. **8**, 1922, 421—426; Wolters, s. S. 163[2]).

[4]) Tattersfield and Roberts, s. S. 153[1]); Faes, H., et Staehelin, M., La destruction du ver blanc ou larve du hanneton *(Mel. vulg.)*. Ann. Agr. Suisse **24**, 1923, 101—105; Faes et Tonduz, s. S. 178[3]); Arnaud, Expérience de destruction des vers blancs. Vie Agr. et Rur. **25**, 1924, 101—102; Gaumont, L., La lutte contre les ravageurs souterrains des plantes maraîchères. Serv. Agr. Cie. P. L. M., Paris 1927, 137—140; Marumo, N., On a method of controlling white grubs in lawns. Oyo-Dobuts-Zasshi **2**, 1930, 140; Feytaud, J., Recherches Doryphore *(Leptinot. decemlin.)*. Ann. Epiphyt. **18**, 1932, 97; Stone, M. W., and Campbell, R. E., Chloropicrin as a soil insecticide for wireworms. Jl. Ec. Ent. **26**, 1933, 237—243; Lichatschev, s. S. 199[7]); Lacroix, D. S., Tobacco insects in 1933. Bull. Conn. Agr. Exp. St. **359**, 1934, 377—382; Savchenko, E. N., und Pal'chik, P. A., Chlorpikrin als Bekämpfungsmittel gegen die Drahtwürmer. Sborn. Rab. Ent. Otd. VIMPa 1935, 122—139.

und Stone und Campbell (20 ccm Chlorpikrin, 20 ccm Seife und verschiedene Mengen Wasser) untersucht.

Gegen *Euxoa segetum* waren Bodeninjektionen erfolgreicher als Oberflächenbehandlungen.[1]) Auf Larven von *Otiorrhynchus sulcatus* wirkte Verbindung im Freiland tödlich, doch wurden die benachbarten Rebstöcke stark beschädigt.[2]) Desgleichen sind alle Entwicklungszustände von *Leptinotarsa decemlineata*[3]) und Ameisen (200 ccm je Nest)[4]) zerstört worden. Gegen *Scutigerella immaculata* war Erfolg wenig befriedigend (126 kg/0,4 ha).[5])

δ) Paradichlorbenzol (Globol, Paracid P. d. P., Para, Pesta)

Auf Grund erfolgreicher Versuchsergebnisse zuerst von Blakeslee (1919) zur Bekämpfung von *Sanninoidea (Aegeria) exitiosa*[6]) an Pfirsichbäumen vorgeschlagen, dann vor allem von Peterson, Essig, Snapp, Alden und Chandler

---

[1]) Fryer, J. C. F., u. a., Rep. on the occurrence of insect pests of crops in England and Wales 1920/21. Min. Agr. and Fish. **33**, 1923, 40 S.

[2]) Thiem, H., Zur Biologie und Bekämpfung des gefurchten Dickmaulrüßlers *(Otiorrhynchus sulc.)*. Z. angew. Ent. **8**, 1922, 389—402.

[3]) Feytaud, s. S. 141[1]).

[4]) Charmouze, Notice sur l'utilisation de la chloropicrine pour la destruction des fourmis manic. Ann. Méd. Pharm. Col. **26**, 1929, 460—463.

[5]) Michelbacher, s. S. 155[6]).

[6]) Blakeslee, s. S. 182[13]); Peterson, A., Some soil fumigation experiments with paradichlorobenzene for the control of the peach-tree borer, *Sanninoidea exitiosa*. Soil Sci. **11**, 1921, 305—318; Ders., Experim. with various substances for the control of the peach-tree borer, *San. exit.* Rep. N. Jers. Agr. Exp. St. 1920/21. 1922, 378—388; Ders., Paradichlorobenzene for controlling the peach-tree borer. N. Jers. Agr. Exp. St., Circ. **126**, 1921; Ders., The peach-tree borer in N. Jersey; ibid., Bull. **391**, 1923, 3—143 u. Circ. **156**, 1923, 12 S.; Essig, E. O., Paradichlorobenzene, a soil fumigant. Calif. Dep. Agr., Mthly. Bull. **11**, 1922, 28—30 u. Calif. Agr. Exp. St., Bull. **411**, 1926, 20 S.; Dutton, W. C., and Johnston, S., Dusting and spraying experiments of 1920 and 1921. Michigan Agr. Exp. St., Spec. Bull. **115**, 1922, 54 S.; Herrick, G. W., Recent experience in the control of two old pests. Proc. 68 (5.) Ann. Meeting New York St. Hort. Soc. 1923, 84—100; Parrot, P. J., Stewart, F. C., and Glasgow, H., 1922, Experim. on control of borers and leaf curl of peaches. New York, Agr. Exp. St., Circ. **64**, 1922, 7 S.; Craighead, E. M., Emergence Rec. of the peach tree borer in Pennsylv. Jl. Ec. Ent. **16**, 1923, 376—377; Snapp, O. J., and Alden, C. H., Further studies with paradichlorobenzene for peach borer control with special reference to its use on young peach trees. U. S. Dep., Bull. **1169**, 1923, 18 S. u. U. S. Dep. Agr. Ent., Techn. Bull. **58**, 1928, 39 S.; Zappe, M. P., Tests of paradichlorobenz. as a remedy for the peach-borer. Connect. Agr. Exp. St., Bull. **247**, 1923, 331—332; Snapp, O. J., Three years of paradichlorobenz. experiments in the south. Jl. Ec. Ent. **17**, 1924, 253—259; Guyton, T. L., and Stear, J. R., Paradichlorobenz. and other controls for the peach tree borer. Pennsylv. Dep. Agr., Gen. Bull. **383**, 1924, 10 S.; Flint, W. P., The season's work of the natural history survey in the control of orchard insects. Trans. Illin. St. Hort. Soc. **59**, 1926, 239—247 u. Ent. investigations. Rep. Illin. Agr. Exp. St. **46**, 1933, 132; Chandler, S. C., Some recent developments in the use of paradichlorobenz. Jl. Ec. Ent. **17**, 1924, 246—251; Ders., Life history studies of the peach borer in southern Illinois. Trans. Illin. St. Acad. Sci. **19**, 1926, 191—194; Ders., Suppl. control measures for the oriental fruit moth. Jl. Ec. Ent. **23**, 1930, 596—599; Magill, W. W., and Olney, A. J., The peach borer and paradichlorobenz. treatment. Ext. Circ. Coll. Agr., Kent **159**, 1928, 4 S.; Snapp, O. J., and Swingle, H. S., Results of further investigations with paradichlorobenz. around peach trees, with special reference to injury. Jl. Ec. Ent. **22**, 1929, 782—785; Snapp and Thomson, s. S. 182[13]).

empfohlen, fand Paradichlorbenzol in den Vereinigten Staaten von Amerika nach Ablauf weniger Jahre im großen Verwendung (in Georgia 1921 112 500, 1925 225 000, in Kalifornien 1925 54 000 kg).

Nach Entfernung des Graswuchses und der Steine wird Bodenoberfläche in Nähe des Stammhalses der Bäume geglättet, dann wird 4 cm vom Stamm entfernt ringsherum ein 4 cm breiter Streifen pulverisiertes Paradichlorbenzol gleichmäßig ausgestreut, sorgfältig mit frischem, nicht feuchtem Lehmboden bedeckt und angedrückt. Damit das Mittel über oberste Bohrlochreihe des Schädlings zu liegen kommt, muß gegebenenfalls Bodenoberfläche wallartig erhöht werden. Die aufgehäufelte Erde und der noch vorhandene Rest des Salzes werden nach 4 bis 6 Wochen langer Einwirkung entfernt. Da junge Pfirsichbäume viel empfindlicher als ältere sind, erhalten erstere (4—5 jährig) im allgemeinen 21 g, letztere (6 und mehrjährig) 28 g.

Die Zeit der Anwendung richtet sich nach den klimatischen Verhältnissen der Länder, im allgemeinen soll sie im Herbst mit dem Schlüpfen der Larven aus den Eiern zusammenfallen, das ist in Georgia um Mitte Oktober, in Kalifornien Ende August, Anfang September.

Während Magill und Olney 1jährige Bäume mit 9g und 2jährige mit 11g Paradichlorbenzol ohne Schädigung behandelten, gingen nach Snapp und Swingle infolge sehr hoher Oktobertemperatur viele der mit je 7 g Paradichlorbenzol versehenen Pfirsichbäume im Alter von 1—3 Jahren ein. Essig (1926) befürwortet für Baumschulen, in 1 m lange Furchen 30 g Paradichlorbenzol 5—8 cm von den Stämmchen entfernt einzustreuen.

Bei hoher Bodenfeuchtigkeit und bei Bodentemperaturen unter 12° ist Verfahren wegen zu langsamer Vergasung des Paradichlorbenzols wertlos. Unter günstigen Bedingungen verflüchtigen 14 g in 6, 21 g in 16, 28 g in 27½ Wochen. Das Mittel wirkt nach oben bis 13, nach unten bis 30 cm. Die Verwendung kleiner Mengen während längerer Einwirkung ergibt viel bessere Ergebnisse (oft bis 100%) als die Anwendung großer Gaben bei kurzer Exposition. Bodenunterschiede sind ohne Einfluß.

Das Verfahren wird auch gegen folgende Lepidopteren empfohlen: *S. opalescens* und *S. graefi*[1]) (Thompson, 1927) an Aprikose, Pfirsich, Pflaume und Kirsche, gegen *Laspeyresia molesta*[2]) an Pfirsich und Aprikose, gegen *Euzophera semifuneralis*[3]) an Kirsche und Pflaume. Zur Anwendung gelangte es ferner gegen

---

[1]) Essig, E. O., The paradichlorobenzene treatment. Jl. Ec. Ent. **15**, 1922, 178 u. s. S. 185[6]), Bull. **411**; Lathrop, J. H., and Trask, V., Further studies of prune root borer control in Oregon. Jl. Ec. Ent. **17**, 1924, 290—295; Thompson, B. G., The peach a. prune root borer injurious to cherries. Jl. Ec. Ent. **19**, 1926, 779—780 u. s. S. 137[3]).

[2]) Peterson, A., and Stearns, L. A., A prelimin. Rep. on the oriental peach moth in N. Jers. N. Jers. Agr. Exp. St., Circ. **175**, 1925, 11 S.; Garman, P., Studies of the habits a. control of the oriental peach moth. Connect. Agr. Exp. St., Bull. **265**, 1925, 299—303. Bull. **275**, 1926, 280—286. Bull. **294**, 1928, 263—271. Bull. **313**, 1930, 401—451; Stearns, L. A., The hibernation quarters of *Laspeyresia molesta*. Jl. Ec. Ent. **20**, 1927, 185—189; Ders., The oriental fruit moth. Bim. Bull. Ohio Agr. Exp. St. **13**, 1928, 35—43; Cagle, L. R., The oriental fruit moth. Proc. 33. Ann. Mtg. Virg. St. Hort. Soc. 1929, 133—136; Chandler, 1930, s. S. 185[6]).

[3]) Peterson, s. S. 185[6]), Bull. **391**.

Diatraea saccharalis[1]), *Hypsa undulifera*[2]), *Euxoa radians*[3]), *Gortyna immanis* und *G. micacea*[4]) (gegen letztere 0,5 g erfolgreich). Erörtert wurde es ferner gegen *Hypopta agavis*[5]) und *H. caestrum*[6]); gegen *Pennisatia (Bembecia) marginata*[7]) an Him- und Brombeere versagte es wegen Beschädigung der Pflanzen.

Zur Bekämpfung der Larven von *Lepidoderma albohirta, L. trichosterna, L. furfuracea, L. frenchi, L. consolvina, L. caudada, L. rothei* und *Anoplognathus boisduvali* in Zuckerrohrfeldern[8]) hat vor allem Jarvis Paradichlorbenzol unter Zuhilfenahme maschineller Einbringungsgeräte (Injektor, Gespannpflug) untersucht. In kultiviertem Boden sind bei trockner Witterung 7 g, etwa 18 cm tief untergebracht, 6 Wochen lang wirksam. Die besten Ergebnisse bringen gegenüber 1. und 2. Larvenstadien Behandlungen bei Temperaturen von 21—27° von November bis Januar. Da der Boden nicht zu naß sein darf, unterbleibt Anwendung nach Beginn der nassen Zeit. Nach Niederschlägen bis zu $7\frac{1}{2}$ cm Höhe ist Durchführung zulässig im leichten Boden nach 4—5, im Sandboden nach 2—3, in tonigem oder sandigem Lehm nach etwa 6 Tagen, sofern Land gut abgetrocknet und bearbeitet ist. Bei günstiger Witterung treten keine Pflanzenschäden auf, die behandelten Zuckerrohrpflanzen haben vielmehr ein besseres Wachstum und einen höheren Zuckergehalt. — Gegen *Pentodon*-[9]), *Melolontha*-[10])

[1]) Holloway, T. E., The control of the sugar cane borer. U. S. Bur. Ent. New York, Sep. Facts Sugar **14**, 1922, 1 S.; Howard, L. O., Rep. Ent. U. S. Dep. Agr. 1922, 32 S.

[2]) Cotterell, G. S., Rep. Ent. Div. Gold Coast Rep. Agr. Dep. 1925, 34—36.

[3]) Ballard, E., 5. Ent. Prog. Rep. (Australia). Emp. Cotton Growing Rev. **3**, 1926, 276—279.

[4]) Hawley, J. M., Insects injurious to the hop in New York, with special reference to the hop grub and the hop redbug. Corn. Univ. Agr. Exp. St., Mem. **15**, 1918, 147—224; Esterberg, L. K., On two little known insect pests of onion. Plant. Prot. 1932, 79.

[5]) Dampf, A., Contribucion al conocimiento de la morfologia de los primeros estados de *Hypopta agavis (chilodora)*, plaga de los magueyes en la mesa Central de Mexico. Estud. Ofic. Defensa Agr. 1927, 5—26.

[6]) Grandi, G., *Hypopta caestrum*. Boll. Lab. Ent. Bologna **3**, 1930, 221—244.

[7]) Essig, s. S. 185[6]), Bull. **411**; Peterson, s. S. 185[6]), Bull. **391**.

[8]) Jarvis, E., Cane pest combat and control. Queensl. Agr. Jl. **19**, 1923, 206—207 (Handinjektor); **21**, 1924, 325—326 (Maschine f. Großbehandlung); **22**, 1924, 150—153; **24**, 1925, 219—223; **28**, 1927, 108, 211, 339; **29**, 1928, 97—107 (Zusammenfassung); 28. Rep. Bur. Sugar Exp. St. Queensl. 1928, 14—19; Jarvis, E., and Burns, A. N., s. S. 180[2]); Burns, A. N., and Mungomery, R. W., Queensl. Agr. Jl. **24**, 1925, 443—444; Mungomery, R. W., das. **28**, 1927, 104, 220, 337; **30**, 1928, 513—514; 29. Rep. Bur. Sugar Exp. St. Queensl. 1929, 45; 31. Rep. 1931, 45 u. 32. Rep. 1932, 55; Tryon, H., Pineapple disease investigations. Interim Rep. Queensl. Agr. Jl. **30**, 1928, 26—34.

[9]) Goidanich, A., Un metodo di lotta efficace contro larve di alcuni Scarabeidi. L'Italia Agr. **68**, 1931, 857—860.

[10]) Gusev, V. J., Der Maikäfer in den Kieferbeständen Stawropoler Rayons (Samarascher Kreis). Samara, Lesn. Otd. Sr. Volzhsk. obl. zem. Upravl. 1929, 33 S.; Dekhtiarev, N. S., Notes on the scarabaeid beetles attacking vines in Ukraine. Bull. Ent. Res. **20**, 1929, 95 bis 98; Golovyanko, Z. S., Experim. on the use of paradichlorobenzene for the control of the larvae of the field cockchafer *(Mel. mel.)*. Sbor. Sortovo-Semenn. Upravl. 1928, 115—136; Ders., The control of the larvae of cockchafers. Kiew 1935, 56 S.; Chigarev, G., On the depth to which paradichlorobenzene should be introduced into the soil fumigation *(Polyphylla fullo)*. Vestn. Vinogr. Vinodel Vinotorg., Odessa **2**, 1930, 117—122 u. s. S. 181[4]), 1931, 534; Sokanovskii, B., Results of the use of paradichlorobenzene against *Melolontha* larvae in the conditions of Moscow district. Plant Protect. **8**, 1931, 548—551; Rekk, G. F.,

und *Polyphylla*-Arten[1]) in Weinbergen, Zuckerrübenfeldern, Baumschulen wurde Paradichlorbenzol vor allem in Rußland erprobt. Bei in sandige Böden gepflanzten Rebstecklingen gelangten beiderseits von ihnen in etwa 27 cm entfernte 10 cm tiefe Löcher 7 g, in schweren Böden etwa 9—10 g mit Erfolg zur Anwendung (Golovyanko). In Zuckerrübenfeldern waren bei Mengen von 1 g je Loch in 18 cm Entfernung 96,4%, bei solchen von 3 g sämtliche Larven tot. Bei größerer Entfernung ging Wirkung trotz höherer Gaben zurück. Benötigt werden auf 0,4 ha 108—158 bzw. 169—203 kg, also Mengen, die nur in besonderen Fällen tragbar sind.

Verhältnismäßig günstige Erfahrungen von Paradichlorbenzolbehandlungen liegen des weiteren vor gegen: Elateridenlarven (u. a. zur Abhaltung von Dahlienknollen)[2]), *Prionus californicus*[3]), *Xylocrius agassizi*[4]) *Diaprepes (Prepodes) vittatus* und *Pachnaeus litus*[5]), *Anthores leuconotus*[6]), *Conotrachelus nenuphar*[7]), *Amphimallus (Rhizotrogus) solstitialis*[8]), *Popillia japonica*[9]), *Pseudoholophylla furfuracea.*[10])

Works with paradichlorobenzene during the summer 1929, in reference to young fruit trees. (Prelim. Inform.). Bull. Mleev. Hort. Exp. St. 1930, 30 S.; Zhirkov, S. G., On the biology of the may cockchafer a. its control. Nachr. forsttechn. Inst. Kasan **1**, 1931, 117—134; Grandori, R., Experimenti di lotta contro il Maggiolino *(Mel. vulg.)* mediante il Para-Italia (Paradichlorobenzolo). Boll. Lab. Zool. Agr. Bachic. Milano **1**, 1930, 89—93.

[1]) Makhnovskii, P. L., A mechanical means of applying paradichlorobenzene. Vest. Vinodel. Ukraine **29**, 1928, 170—171 (Beschreibung eines Dosierungsgerätes); Golovyanko, Z. S., Paradichlorbenzol zur Bekämpfung der Larven von *Polyphylla fullo* in Weinbergen und Sanden des unteren Dnjepr. Kiew, Nat. Commiss. Agr. 1927, 43 S. u. Visn. Sadiv. Vinogr. Gorodn. 1929, 15 S.; Ders., Results of the application of paradichlorbenzol against the larvae of the forest cockchafer, *Mel. hippoc.*, Leningrad 1930 (!), 62 S.; Results obtained with polychlorides and paradichlorobenzene against the larvae of *Polyphylla fullo* a. *Mel. hippoc.* Bull. Ent. Res. **24**, 1933, 531; Chigarev, s. S. 181[4]); Printz, Ya. J., Notes of vine pests II. Ent. Kab. Koop. Vinogr. Konkordia Helenendorf 1928, 126 S. u. 1932, 136 S.; Kostenko, M. N. K., On the question of mechanical means for introducing paradichlorobenzene into the soil. Trudi Oleshk. pischano-meliorativn. dosvidn. St., Dosvidn. Viddil. **2**, 1928, 15—27; Ders., The effect of paradichlorobenzene on the larvae of *P. fullo* in relation to the time of its introduction into the soil. Das. 3—14; Ders., An experiment in the control of the larvae of *Polyphylla fullo* in the lower Dniepr sands by applying polychlorides to the soil. Das. **3**, 1930, 24 S.; Rekk, s. S. 187[10]).

[2]) Essig, Bull. **411**; s. S. 185[6]); Golovyanko, 1928, s. S. 187[10]); Rep. Cansas Agr. Exp. St. 1927, 71—84, s. S. 180[3]).

[3]) Crawford, R. F., and Eyer, J. E., The giant apple root borer. Bull. N. Mexico Agr. Exp. St. **168**, 1928.

[4]) Chamberlin, W. J., The gooseberry root-borer. Jl. Ec. Ent. **18**, 1925, 674—679; Mote, s. S. 171[1]).

[5]) Gowdey, C. C., Rep. Govt. Ent. Jamaica Ann. Rep. Dep. Agr. 1927, 16—17 u. 1928, 20—21; Edwards, W. H., Rep. Gov. Ent. Ann. Rep. Dep. Agr., Jamaica 1923, 22—24.

[6]) Smee, C., Rep. Ent.; Rep. Dep. Agr. Nyasald. 1927, 13—20.

[7]) Butler, H. C., and Dozier, H. L., Life history studies of the plum curculio. Trans. Peninsula Hort. Soc. 1929, 111—117; Marlatt, C. L., Rep. Chief Bur. Ent. U. S. Dep. Agr. 1931.

[8]) Strawinsky, K., Tepiene owadow paradwuchlorobenzolem. Las Polski 1928.

[9]) Howard, L. O., Rep. Ent. U. S. Dep. Agr. 1922; Fleming, Bull. **410**, s. S. 178[2]) u. Soil insecticides for the japan. beetle. Jl. Ec. Ent. **21**, 1928, 813—818; Lipp, J. W., The effectiveness of paradichlorobenzene and naphthalene in preventing oviposition by the japanese beetle. Jl. Ec. Ent. **27**, 1934, 500.

[10]) Mungomery, R. W., Field rep. South Assist. Ent. Queensl. Agr. Jl. **25**, 1926, 206, 210 u. **26**, 1926, 52—53.

Paradichlorbenzolanwendung ist ferner empfohlen worden gegen *Capnodis tenebrionis*[1]), *Chrysomeliden*-Larven[2]), *Rhyparida morosa*[3]) und *Barypithes (Exomias) araneiformis.*[4])

Gegen Dipteren reichte Wirkung nicht aus oder trat erst bei Anwendung größerer Gaben ein. Untersuchungen liegen vor gegenüber *Chortophila brassicae*[5]), *Sciara caesar* und *Camptocladius byssinus*[6]), *Rhagoletis cerasi*[7]) und *Decilaus citriperda*[8]).

Unbrauchbar erwies sich reines Paradichlorbenzol zur direkten Bekämpfung von Wurzelrebläusen[9]) im Erdboden. Im besten Falle wurde die Vermehrung des Schädlings nach Art des Kulturalverfahrens gehemmt.

Im Ringverfahren bewährte sich die Anwendung von Paradichlorbenzol gegen folgende Läusearten: *Eriosoma lanigerum*[10]), *E. lanuginosum*[11]), *E. piricola*[12]),

---

[1]) Libes, R., Emploi du paradichlorobenzene contre les insectes du sol. Rev. Hort. Algérie **28**, 1924, 245—248 (Prog. Agr. et Vit. **82**, 1924, 400—403); Rekk, G. F., Methods of chemical control of certain root pests of fruit trees. Bull. Pomol. Exp. St. People's Com. Agr. S. S. R. Georgia, Div. Plant Protect. **1**, 1932, 48 S.

[2]) Cottrell-Dormer, W., Cane diseases a. pests. Queensl. Agr. Jl. **23**, 1925, 271—272; Hanson, A. J., The potato flea beetles *Epitrix cucumeris, E. subcrinita*. Bull. Wash. Agr. Exp. St. **280**, 1933, 27 S.

[3]) Jarvis, E., Cane pest combat and control. Queensl. Agr. Jl. **27**, 1927, 270—271; Bates, G., Cane pests. Queensl. Agr. Jl. **27**, 1927, 500—501.

[4]) Light, S. S., A weevil pest of strawberries. Fruit Grower 1927, 2 S.

[5]) Brittain, 1920, 50. Ann. Rep., s. S. 170[2]); Krasnyuk, P. J., Bull. Mleev. Hort. Exp. St. **47**, 1931, 58 S.; Goffart, H., Versuche zur Bekämpfung der Kohlfliege *(Phorbia brassicae)*. Z. Pflanzenkrankh. u. Pflanzenschutz **43**, 1933, 49—68.

[6]) Thompson, s. S. 171[3]); Fulton, B. B., Naphthalene for midge larvae in tobacco seed beds. Jl. Ec. Ent. **26**, 1933, 512.

[7]) Olombel, M., Note prélim. sur la cécidomyie du chou-fleur *(Cont. torquens)*. C. R. Acad. Agr. France **17**, 1931, 178—182; Bongini, Osservazioni biolog. sulla mosca d. ciliege in Piemonte. Boll. Lab. sper. Fitopat. **8**, 1931, 4—9; Samoggia, A., Nota sulla *Rhag. cerasi*. Boll. Lab. Ent. Bolog. **5**, 1932, 22; Thiem, s. S. 160[7]), 59—60; Wiesmann, s. S. 160[7]), 331.

[8]) Veitch, R., Rep. Chief Ent.-Ann. Rep. Dep. Agr. Queensl. 1931, 43 u. 1932, 51.

[9]) Kornauth, K., Bericht über Tätigkeit der landwirtschaftlich-bakteriologischen und Pflanzenschutzstation. Z. landw. Versuchswesen i. Deutsch-Österreich **22**, 1919, 93 u. **23**, 1920, Sonderheft S. 26; Essig, s. S. 188[2]); Printz, s. S. 188[1]); Vasil'ev, J. V., Is it necessary to control leaf phylloxera? Vestn. Vinodel. Ukraine **30**, 1929, 262—265; Grandori, R., Esperimenti di lotta contro la fillossera della vite mediante il Para-Italia. Boll. Lab. Zool. Agr. Bachic. Milano **1**, 1930, 95—110; Dalmasso, G., e Manzoni, L., Sugli esperimenti col paradiclorobenzolo come rimedio antifillosserico. Nuovi Ann. Agric. **10**, 1930, 302—322.

[10]) Essig, s. S. 188[2]); Cutright, C. R., Subterranean aphis of Ohio. Ohio Agr. Exp. St., Bull. **387**, 1925, 173—238; Pettit, R. H., Rep. Sect. Ent. 63, Ann. Rep. St. Bd. Agr. Michigan 1925, 209—219; Ramachandro, Rao Y., Administ. Rep. Gov. Entom. Coimbatore 1928; Nakayama, S., Tanaka, T., and Maruta, S., The woolly apple aphis in Chosen. Bull. Agr. Exp. St. Gov. Gen. Chosen, Korea 1928, 21 S.

[11]) Essig, E. O., Paradichlorobenzene, a soil fumigant. Mthly. Bull. Cal. Dep. Agr. **15**, 1922, 28—30 u. s. S. 186[1]), 1922; Rekk, s. [1]).

[12]) French and Lewick, s. S. 181[10]); Jakobson, W. C., Bur. of Plant Quarantine a. pest control. Mon. Bull. Calif. Dep. Agr. **15**, 1927, 113—147.

Anuraphis persicae-niger[1]), *Pseudococcus lilacinus*[2]), *Ps. citri*[3]) und *Aradus cinnamomeus.*[4])

Gegen *Scutigerella immaculata* hatte Filinger[5]) im Gewächshaus mit 0,67 kg Paradichlorbenzol auf 9,3 qm bei sorgfältiger Schonung der Pflanzenwurzeln und Wymore[6]) im Spargelfeld mit je 28 g beiderseits der Pflanze Erfolg. Im Gegensatz zu den negativ verlaufenen Versuchen an Tomaten (13-cm-Töpfe mit Sandboden erhielten 7 g) von Rosen[7]) will Gardner[8]) von *Heterodera radicicola* befallene Zyklamen nach der Ringmethode mit 7—10,5 g Paradichlorbenzol und nachfolgender Wässerung entseucht haben.

Paradichlorbenzolmischungen. In Lösung mit leichtflüchtigen Insektiziden, wie Schwefelkohlenstoff und Tetrachloräthan[9]), soll Paradichlorbenzol z. T. nachhaltiger wirken oder, mit Petroleum[10]) und Ölen[11]) gemischt, einfacher anzuwenden sein. Printz[12]) hatte mit Lösungen von Polychloriden oder von Paradichlorbenzol (1 Teil) in Schwefelkohlenstoff (2 Teile) gegen *Phylloxera vastatrix* und *Polyphylla olivieri* ausgezeichnete Erfolge (Ende Juni bei 64 g/qm in 12 Tagen 75, bei 74—85 g/qm 100% tot); der Schwefelkohlenstoff wirkt in die Tiefe, das Paradichlorbenzol oberflächlich.

---

[1]) Ohio Agr. Exp. St. 43. Ann. Rep. Bull. **382**, 1924, 34—37; Cutright, Paradichlorobenz. against the black peach aphis, *Anuraphis persicae-niger*. Jl. Ec. Ent. **20**, 1927, 250 bis 253; s. a. S. 189[10]).

[2]) Hancock, G. J. R., Ann. Rep. Assist. Ent. Ann. Rep. Dep. Agr., Uganda 1926, 25 bis 28; Hargreaves, H., Ann. Rep. Gov. Ent., Rep. Dep. Agr., Uganda 1927, 24—27.

[3]) Assist. Ent. Rep. Farmers' Jl. Uganda Pl. Pest Board **7**, 1925, 25—26; Hargreaves, H., Ann. Rep. Gov. Ent. Ann. Rep. Dep. Agr., Uganda 1925, 21—28.

[4]) Strawinski, s. S. 188[8]).

[5]) Filinger, G. A., Observations on the habits and control of the garden centipede, *Scutigerella immacul.*, a pest in greenhouses. Jl. Ec. Ent. **21**, 1928, 357—360; Ders., s. S. 145[4]); Michelbacher, s. S. 155[6]).

[6]) Wymore, s. S. 136[3]); Feytaud, J., Contribution à l'étude des Symphales. Rev. Zool. Agr. et Appl. **25**, 1926, 1—11 u. 25—32; Essig, s. S. 185[6]), Bull. **411**.

[7]) Rosen, H. R., Negative results obtained by the use of paradichlorobenz. against the root-knot nematode, *Het. radicicola*. Phytopath. **16**, 1926, 635—636.

[8]) Gardner, L. R., An experiment on the control of nematodes. Jl. Ent. and Zool. **18**, 1926, 43; Calif. St. Rep. 1926, 61—67 (Larven bei Anwendung großer Mengen tot).

[9]) Cottrell-Dormer, W., Cane pests and diseases. Queensl. Agr. Jl. **25**, 1926, 45—47; Jarvis, E., Das. **29**, 1928, 97—107; **39**, 1933, 60; 30. Ann. Rep. Bur. Sugar Exp. St. Queensl. 1930, 42—46; Mungomery, Das. 47—48; Bell, s. S. 162[10]).

[10]) Siegler, E. H., and Brown, L., Prelim. experim. in the application of paradichlorobenz. in liquid form against the peach tree borer. Jl. Ec. Ent. **20**, 1927, 701—702 u. **22**, 1929, 217—221; Snapp and Swingle, s. S. 185[6]); Insect pests in New Mexiko 1933/34; Bell, A. F., Ent. Rep. Bur. Sug. Exp. St. Queensl. **35**, 1935, 48—53.

[11]) Severin, H. C., Ent.-Ann. Rep. S. Dakota Agr. Exp. St. 1927/28, 16—19; Cory, E. N., Experim. with pine oil preparations. Bull. Maryld. Agr. Exp. St. **298**, 1928, 184 bis 186; Driggers, B. F., Orientaly peach moth investigations. Rep. N. Jers. Agr. Exp. St. 1929, 145—154; Marlatt, C. L., Rep. Chief Bur. Ent. U. S. Dep. Agr. 1929; Hutson, R., Control measures for apple tree borers. 62. Ann. Rep. Ent. Soc., Ontario 1932, 46; Vogel, M. A., and Neiswander, R. B., The lesser peach borer *Aegeria pictipes*. Bim. Bull. Ohio Agr. Exp. St. **18**, 1933, 51.

[12]) Printz, s. S. 135[1]) u. S. 188[1]).

9. Schwefelhaltige organische Verbindungen

α) Schwefelkohlenstoff *(carboneum sulfuratum, carbon bisulfide, sulfure de carbone)*

Der Schwefelkohlenstoff ist bodenbiologisch von großer Wichtigkeit als Mittel zur Bekämpfung von Bodenschädlingen, zur Behebung der echten Bodenmüdigkeit und zur Erhöhung der Pflanzenerträge.

Obwohl bereits 1854 und 1857 zur Bekämpfung von Insekten vorgeschlagen[1]), gelangte er als wirksamstes chemisches Mittel zur Eindämmung der Reblausseuche in Frankreich nach dem Hinweis von Thénard (1869)[2]) erst auf Grund der Tätigkeit von Monestier (1873) sowie zahlreicher Versuche von Bazille (1873), Alliés (1874), Cornu, Mouillefert, Boiteau, Marion u. a. zur allgemeinen Anerkennung.[3]) 1879 kam er auf einer Gesamtfläche von über 3000, 1884 von über 33 000 und 1887 von über 66 000 ha Weinberge zur Anwendung. Mit der Ausdehnung des Pfropfrebenbaues ließ sein Gebrauch nach, erstreckte sich aber 1894 noch auf 50 000 und 1904 auf 21 000 ha Weinberge. Auch in den übrigen von der Reblaus heimgesuchten Weinbauländern Europas blieb der Schwefelkohlenstoff mehr oder weniger lange die Grundlage der direkten Reblausbekämpfung, in Deutschland und der Schweiz nunmehr seit mehr als 60 Jahren. Ohne Eindämmung der Reblausschäden durch Anwendung von Schwefelkohlenstoff hätte die Reblauskatastrophe in Europa einen sehr viel ernsteren Charakter angenommen, da der Pfropfrebenbau erst um 1890 praktisch brauchbare Wege beschritt.

Die so auffällige Erscheinung der wachstumsfördernden Eigenschaft des Schwefelkohlenstoffs auf die behandelten Reben bzw. auf die nachgebauten Pflanzen (Futterpflanzen, Hackfrüchte, Getreide, Gemüse), von Dumas[4]) bereits vor 1875 bemerkt, wurde von Girard[5]) und Oberlin[6]) gleichzeitig aufgegriffen und darauf von sehr vielen Forschern[7]) bestätigt. Sie trat auch auf den müden Böden auf und zwar ohne Rücksicht auf deren Erreger. Mit Erfolg behandelte Girard durch Nematodenbefall bedingte Rübenmüdigkeit, Oberlin die Rebenmüdigkeit unbekannter Ursache und Behrens[8]) die Zwiebelmüdigkeit. Die auf dieser Grundlage zunächst in Deutschland, dann in England und Amerika einsetzenden umfangreichen Untersuchungen führten zu der wichtigen Erkenntnis

---

[1]) Simmons, P., and Ellington, G. W., The discovery of the insecticidal property of carbon disulphide. Sci. **64**, 1926, 326—327; Akbar, Gard. Chron. 1858, 653.

[2]) Thénard, Bull. Soc. Agr. France 1870, 391.

[3]) Litr. s. Mayet, V., Ins. Vigne, Paris 1890, S. 156—157; Foëx, G., Historique de la crise phylloxérique en France. Paris 1900.

[4]) Dumas, C. R. Acad. Paris T. **81**, 1875, 788.

[5]) Girard, A., Jl. Agr. Prat. **58**, 1894, 740; C. R. Acad. Paris T. **118**, 1894, 1078.

[6]) Oberlin, Chr., Besondere Wirkungen des Schwefelkohlenstoffes bei Bodendesinfektionen namentlich in Hinsicht auf die größere Fruchtbarkeit derartig behandelter Böden. Weinbau u. Weinhandel **6**, 1888, 235. **14**, 1896, 263. **17**, 1899, 363; Bodenmüdigkeit und Schwefelkohlenstoff mit besonderer Berücksichtigung der Rebenverjüngung ohne Brache und ohne Zwischenkultur. Mainz 1894.

[7]) Litr. s. Voigt, G., bei Muth, Zell-Stimulationsforschungen **3**, 1927, 56—62; Bronsart, H. v., Bodenmüdigkeit, ihre Ursachen und Bekämpfung. 1931, 20 u. 54.

[8]) Behrens, J., Zur Frage der Rebenmüdigkeit der Weinberge. Wochenblatt Landw. Verein Baden 1896, 260.

von der nichtspezifischen Wirkung der Bodenentseuchungsmittel. Wirtschaftlich kam das, von der Anwendung des Schwefelkohlenstoffes im Gemüse- und Obstbau abgesehen, darin zum Ausdruck, daß die Schwefelkohlenstoffbehandlung des Bodens im Weinbaugebiet der Pfalz Eingang fand bei Neupflanzungen (einschließlich Ausstufen) und Verjüngung wertvoller Bestände.[1])

In der Hauptsache gelangte der Schwefelkohlenstoff unverdünnt zur Anwendung unter Zuhilfenahme von Stoßeisen (Stangen), Blechtrichtern und Blechmäßchen oder von erstmalig von Gastine konstruierten Spritzpfählen (Schwefelkohlenstoffinjektoren, *pals injectors*) und Schwefelkohlenstoffpflügen *(charrues sulfureuses)*. Seine Gefährlichkeit (Entzündungspunkt bei 46°, Explosionsmöglichkeit in Mischung mit Luft) und mangelhafte Regulierbarkeit in durchlässigen Bodenarten suchte man zu beheben durch Auflösung oder Adsorption in dazu geeigneten Substanzen, durch Verwendung schwefelkohlenstoffhaltiger wasserlöslicher Salze (Kaliumsulfokarbonat S. 203, Kaliumxanthogenat S. 204) und durch Herstellung wasserlöslicher Emulsionen. Zur Verabreichung in nichtwässeriger Form wurden benutzt: Gelatinekapseln, Flaschen mit geschlitztem Stopfen, Rohart's Würfel[2]), mit Wasserglas überzogene Leinwürfel, mit Leim bestrichene Papierkapseln, Infusorienerde, Sägespäne, Torf (Torfwürfel), Teerwasser, Vaseline, Fischtran (Natol genannt), Naphthalin einschließlich Rohnaphthalin, Nitrobenzol (Horlin genannt), Petroleum, Teer, Terpentinöl, Tetrachloräthan (Ergetan bzw. Sulfoergetan genannt), Paradichlorbenzol u. a. Wasserlösliche Emulsionen wurden hergestellt unter Verwendung von Harz und Alkohol, Harzölseife, Sapikat (Kroemer)[3]), Ölseifenspiritus[4]), Harzfischöl, Rhizinusöl oder Baumwollsamenöl mit Äthylalkohol und Ölsäure, Kali- oder Natronlauge (Smith, Fleming)[5]) u. a.

---

[1]) Mehling, Die Behandlung der Reben und Weinbergsböden mit Schwefelkohlenstoff. Mitt. d. Deutsch. Landw. Gesellsch. **42**, 1925, 561; Muth, Fr., Die Wirkung des Schwefelkohlenstoffes auf die Pflanzen. Zell- u. Stimulationsforschungen **3**, 1927, 15—62; Köbelin, Brache oder Schwefelkohlenstoffbehandlung? Weinbau u. Kellerwirtschaft **11**, 1932, 224.

[2]) Etienbled, Ch., Jl. Agr. Prat. **1**, 1880, 406; Rohart, C. R., Acad. Paris T. **89**, 1879, 575 (Weinlaube **10**, 1878, 103); Chevreuil, E., C. R. Acad. Paris T. **86**, 1878, 1431; Gaumont, s. S. 184[4]).

[3]) Thiem, H., Über die Entseuchung von Böden und Reben. D. deutsche Weinbau **6**, 1927, 403—406; Kroemer, K., Versuche zur Schutzbehandlung und zur Bekämpfung der Bodenmüdigkeit mit Sapikat-Schwefelkohlenstoff. Ber. Lehr.- u Forschungsanst. f. Wein-, Obst- u. Gartenbau, Geisenheim a. Rh., f. 1924 u. 1925, 134—138 u. f. 1926, 71—72; Grether, Verfahren zur Bekämpfung der Reblauskrankheit. Wein u. Rebe **2**, 1920, 328; Dewitz, J., Frühere Versuche über die Vernichtung der Reblaus bei gleichzeitiger Erhaltung des Stockes. Weinbau u. Weinhandel 1920, 333.

[4]) Krauß, J., Ein neues Bodendesinfektionsmittel. Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzdienst **11**, 1931, 64—65.

[5]) Leach, B. R., Experim. in the control of the root form of the woolly apple aphis. U. S. Dep. Agr., Bull. **730**, 1918, 24—40; Smith, L. B., The japan. beetle status 1923. Jl. Ec. Ent. **17**, 1924, 107—111; Ders., Jap. beetle reports. N. Jers. Dep. Agr., Bull. **41**, 1924, 55—63 u. **45**, 1925, 59—75; Leach, B. R., and Johnson, J. P., Emulsions of wormseed oil and of carbon disulphide for destroying larvae of the japan. beetle in the roots of perennial plants. N. Jers. Dep. Agr., Bull. **1332**, 1925, 17 S.; Fleming, W. E., A homogeneous carbon disulphide emulsion. Jl. Agr. Res. **33**, 1926, 17—20; Johnson, J. P., Soil treatment and scouting for the control of the asiatic beetle. Jl. Ec. Ent. **20**, 1927, 373—376; Fleming, W. E., and Wagner, R., Miscible carbon disulphide. Ind. and Eng. Chem. **20**, 1928, 849—851; Fleming and Baker, s. S. 201[2]).

Für den Großgebrauch wurden Maschinen zur automatischen Herstellung von Emulsionen und deren Feldverteilung gebaut.[1])

Schwefelkohlenstoffbehandlungen von wertvollen Kulturböden, Gewächshäusern, Zucht- und Frühbeeten[2]) werden zunehmend, meist unter Zuhilfenahme von einfachen Entseuchungskästen, feuchten Decken, Injektoren, mit gutem Erfolg durchgeführt und teilweise gegenüber dem Dämpfverfahren bevorzugt. Bei Fehlergebnissen[3]) dürften besondere Umstände, wohl auch technische Mängel vorliegen.

Nach der Art der direkten Reblausbekämpfung mittels Schwefelkohlenstoff unterscheidet man das Radikal-(Extinktiv-) und das Schütterungs-(Kultural-) Verfahren. Beim ersteren kommen übertödliche, Rebläuse und Rebstöcke restlos zerstörende Mengen, im letzteren untertödliche, bei Gesunderhaltung der Pflanzen den Schädling weitgehend vernichtende Gaben zur Anwendung.

Das Vernichtungsverfahren kommt hauptsächlich in den klimatisch weniger begünstigten Ländern (Deutschland, Schweiz) zur Durchführung. Der Boden der verseuchten Stöcke (Seuchenstelle) wird sofort bei deren Auffindung, sodann nach vollendeter Untersuchung der angrenzenden reblausverdächtigen Rebstöcke (Sicherheitsgürtel) bei Vernichtung des gesamten Reblausherdes (Seuchenstelle und Sicherheitsgürtel) mit 400—600 ccm/qm Schwefelkohlenstoff gleichmäßig getränkt und oberflächlich mit einem nicht flüchtigen Insektizid (Petroleum, Kresol, Tetrachloräthan-Schwefelkohlenstoff-Sapikat-Emulsion) begossen.

Das Kulturalverfahren hat sich in den Ländern, in denen die Verwüstungen der Reblaus mit wachsender Schnelligkeit um sich griffen (Frankreich, Ungarn, Österreich, Italien), jahrzehntelang behauptet und so den zu raschen Zusammenbruch des alten Europäerweinbaues verhindert. Rechnet man für die Besetzung je 1 Loches 6—7 g Schwefelkohlenstoff, so werden für die Behandlung verseuchter Reben mit je 4 Löchern je 24—28 g (Faes 40 g), für je 1 qm mit 9 Löchern und 2 Dosierungen um je einen Rebhals 66—77 g Schwefelkohlenstoff verabreicht, d. s. Mengen, die bei sorgfältiger Beachtung aller Umweltverhältnisse von den

---

[1]) Wardle, R. A., The problems of applied Ent. Manchester 1929, S. 486; Leach, B. R., Control of japan. beetle in lawns. Pennsylv. Dep. Agr., Gen. Bull. **410**, 1925, 12 S.; Merritt, J. M., Dibble, C. B., and Robey, O. E., A method of rapidly applying liquid soil insecticides. Jl. Ec. Ent. **26**, 1933, 580—582.

[2]) Danitschenko, J. M., Chrysanthemen und ihre Kultur. Prog. Hort. a. Market Gard., Petrograd 1916, 31 S.; Watson, s. S. 177[3]), Bull. **151**; Howard, C. W., Control of eelworm in tomato houses: Experim. at lower hut. N. Z. Jl. Agr. Well. **23**, 1921, 225—227; Gandrup, s. S. 142[2]); Dickau, F., Meine Erfahrungen in der Bekämpfung der Älchenkrankheiten an großblumigen Chrysanthemen. Blumen- u. Pflanzenbau **45**, 1930, 195—196; Arends, G., Älchenbekämpfung mit Schwefelkohlenstoff. Blumen- u. Pflanzenbau **46**, 1931, 24; Evans, J. B. P., Many products of the Unions' soil. Farming in S. Africa **4**, 1929, 398 (*Het. radicic.* mit 250 g/qm erfolgreich behandelt); Schwartz, G., Beitrag zur Bekämpfung der Wurzelälchen im Freiland. Sächs. Gärtnerbl. 1930, 264 u. 1932, 69.

[3]) Ramsbottom, s. S. 159[10]); Zimmerly and Spencer, s. S. 142[5]); Fron, G., L'anguillule de l'avoine. Jl. Agr. Prat. **45**, 1926, 132.

Reben vertragen werden.[1]) Mittels Spritzpfahl vermögen 5 Arbeiter in 3 Tagen 1 ha zu behandeln.[2])

Abgesehen von seiner Billigkeit und leichten Beschaffung hat der Schwefelkohlenstoff als Bodeninsektizid folgende Vorzüge: 1. Er kommt als Flüssigkeit genau dosiert zur Anwendung und wirkt gasförmig; 2. Das Gas ist spezifisch schwerer als Luft und füllt auch in den tieferen Bodenschichten alle Hohlräume aus; 3. Es ist wasserunlöslich und weitgehend chemisch indifferent; 4. Es wirkt innerhalb kurzer Zeit auf tierische Schädlinge tödlich. Die hauptsächlichsten Nachteile sind: 1. Leichte Explosibilität des mit Luft gemischten Gases; 2. Mangelhafte Entseuchung der oberflächlichen Erdschichten sowie der durchlässigen sehr leichten und undurchlässigen sehr schweren Böden; 3. Abziehen des Gases auf schiefer Ebene gemäß des Verlaufes des Untergrundes und dadurch Beschädigung der davon betroffenen gesunden Kulturen; 4. Mangelhafte fungizide Wirkung.

In steilen Weinbergslagen gehören die durch das sog. Verstreichen (Abziehen) des Schwefelkohlenstoffes entstehenden umfangreichen und kostspieligen Außenschäden zu den unangenehmsten Nebenerscheinungen des Verfahrens. Für ihre Verhinderung bzw. Verminderung eignen sich am besten langsam vergasende, wasserunlösliche und insektizid wirkende Zusatzkörper, die sich im Schwefelkohlenstoff leicht lösen und dessen Vergasung verlangsamen. Diesen Bedingungen entspricht weitgehend eine Tetrachloräthan-Schwefelkohlenstoff-Lösung. Zufolge ihres geringen Schwefelkohlenstoffanteiles, statt z. B. 400—500 ccm/qm nur 210 bis 240 ccm, wird die Tension des im Boden gebildeten Gases bedeutend herabgesetzt.[3])

Die nicht explosiblen wässerigen Schwefelkohlenstoffemulsionen sind kein vollwertiger Ersatz für reinen Schwefelkohlenstoff und vermögen dessen Anwendungsbereich nur in beschränktem Umfange zu erweitern, z. B. gegen größere Insektenlarven der Scarabaeiden und Curculioniden. Wegen des erforderlichen hohen Wassergehaltes solcher Emulsionen werden die Behandlungen im großen nicht nur umständlicher und kostspieliger, sondern in insektizider Hinsicht unsicherer und unter Umständen auch für Pflanzen giftiger. Bei Verabreichung sehr reichlicher Mengen Emulsion wird der Boden derart durchnäßt, daß die Tiere wegen der sie umgebenden Wasserhülle weitgehend gegen die Angriffe des Schwefelkohlenstoffgases geschützt sind. Außerdem wirkt das Bodenwasser infolge Lösung geringer Mengen Schwefelkohlenstoffes lange Zeit auf das Pflanzenwachstum nachteilig. Bei schwächerer Dosierung wird der Schwefelkohlenstoff bereits in den oberflächlichen Bodenschichten frei und erreicht dadurch nicht die für die Vernichtung der Schädlinge erforderliche Tension. Bei sorgfältiger Nachprüfung haben wässerige Schwefelkohlenstoffemulsionen im Freiland i. a. schlechter und nur sehr selten besser als reiner Schwefelkohlenstoff abgeschnitten. Die Kombination des Schwefelkohlenstoffes mit unverdünnten Insektiziden

[1]) Thiem, H., Zur Umgestaltung der Reblausbekämpfung im Deutschen Reiche. Weinbau u. Kellerwirtschaft **3**, 1924, 29—32 u. 44—45; s. a. S. 192[3]); Kissel, Das hessische Entseuchungsverfahren zur Bekämpfung der Reblaus. D. deutsche Weinbau **4**, 1925, 185, 196 u. 207; Neuere Erfahrungen mit der Schutzbehandlung in Hessen. Das. **7**, 1927, 307 u. 319.

[2]) Willaume, F., Pratique du controle des ravageurs souterrains. Rev. path. Vég. ent. agr. **30**, 1931, 161.

[3]) Thiem, H., Über die Vermeidung von Außenschäden bei der Reblausbekämpfung. D. deutsche Weinbau 1930, Nr. 47, 3 S.

mit unterschiedlichen Eigenschaften (Paradichlorbenzol, Tetrachloräthan u. a.) verdient wegen der damit verbundenen Vorteile größere Beachtung.

Im Prinzip treffen diese Ausführungen auch auf die Entseuchung bodenmüder Pflanz- und Gewächshauserde zu. Ihre intensive Durchgasung wird wesentlich gesteigert, wenn bei Lockerung und Durchlüftung der Boden nach Verabreichung des Schwefelkohlenstoffes oberflächlich reichlich bewässert oder mit einer stark angefeuchteten bzw. gasdichten Zeltplane bedeckt wird.

Im übrigen hat sich für die Durchführung von Entseuchungen mit kulturalen Mengen folgendes von allgemeiner Bedeutung ergeben[1]): Die Wirkung des Schwefelkohlenstoffes im Boden ist nach Ursprung, Zusammensetzung und physikalischem Zustande des Bodens sowie der Höhe der verabreichten Gesamtmenge des Mittels verschieden. Für das Verfahren eignen sich am besten Lößböden, lehmige Sandböden, steinige Lehmböden und Keuperböden. Schiefer- und Schotterböden sind wegen ihrer großen Durchlässigkeit, Letten- und Tonböden wegen ihrer Undurchlässigkeit dafür nicht geeignet. Schwere Böden werden zweckmäßigerweise im Sommer, leichtere Böden im Frühjahr behandelt.

Im Interesse einer gleichmäßigen Durchgasung beanspruchen erstere Bodenarten eine größere, letztere eine kleinere Anzahl von mit Schwefelkohlenstoff zu besetzenden Löchern. Diese sind alsbald zuzutreten. Wegen der erheblichen Flüchtigkeit des Schwefelkohlenstoffes ist es in Rücksicht auf die Gesamtwirkung nicht ratsam, in durchlässigen Böden eine geringere Gesamtmenge zu nehmen als für weniger durchlässige. Da bei erstmaliger Behandlung eines Bodens bedeutende Gasmengen festgehalten werden, soll eine 2. Behandlung derselben Fläche beträchtlich besser abschneiden (Fleming).[2]) Frisch umgelegter Boden

[1]) Macagno, J., Giorn. vinicolo ital. **7**, 1881, 128 u. 130; Gastine, G., et Couanon, G., Emploi de sulfure de carbone contre le phylloxéra, Paris 1884, 276 S.; Campana, Die Bekämpfung der Reblaus durch Schwefelkohlenstoff in verschiedenen Bodenarten *(Vigne française)*. Weinlaube **16**, 1884, 19; Kober, F., Zeitgemäße Maßnahmen im Weinbau. Eine Anleitung zur Erhaltung reblausverseuchter heimischer Weingärten mittels Schwefelkohlenstoff-Kulturalverfahren, Stuttgart 1920 u. Das Schwefelkohlenstoff-Kulturalverfahren. Mitt. üb. Weinbau u. Kellerwirtschaft (Wien) 1920, 95—100; Moritz, Appel, Hiltner, Über die Verwendbarkeit des Schwefelkohlenstoffes zur Bekämpfung von Pflanzenschädlingen. Naturwiss. Z. f. Land- u. Forstwirtsch. **1**, 1903, 209—219; Hiltner, L., Anweisung zur Verwendung des Schwefelkohlenstoffes im Wein- und Obstbau, im Garten und in der Landwirtschaft. Prakt. Bl. Pflanzenbau u. Pflanzenschutz **7**, 1909, 45—52; Rolet, A., Désinfection des sols par le sulfure de carbone. Jl. Agr. Prat. 1914, 89—91; Hinds, W. E., Carbon disulphide as an insecticide. U. S. Dep. Agr., Farmers' Boll. **799**, 1917, 21 S.; Faes, H., Le traitement cultural du Phylloxéra. Terre vaudoise **18**, 1926, 317—319; Altenweger, J., Anwendung von Schwefelkohlenstoff im Obst- und Gemüsebau. Geisenheimer Mitt. Obst- u. Gartenbau **41**, 1926, 155—159; Thiem, s. S. 192[3]); Vogel, F., Verwendung von Schwefelkohlenstoff zur Bodendesinfektion im Obstbau. Obst- u. Gemüsebau **76**, 1930, 83—84; Schwartz, G., Bodenbehandlung mit Schwefelkohlenstoff. Neue Obst- u. Gemüsebauzeitung 1931, 333—336.

[2]) Boiteau, P., C. R. Acad. Paris T. **86**, 1878, 296. T. **88**, 1879, 895. T. **90**, 1880, 167; Moritz, J., und Scherpe, R., Über die Bodenbehandlung mit Schwefelkohlenstoff und ihre Einwirkung auf das Pflanzenwachstum. Arb. biol. Abt. Kaiserl. Gesundheitsamt **4**, 1905, 123 bis 156 u. Über die Haltbarkeit von Schwefelk. im Boden. Arb. Biol. Reichsanst. **4**, 1905, 201—206; O'Kane, W. C., Diffusion of carbon disulphide in soil. N. Hampshire Agr. Exp. St., Techn. Bull. **20**, 1922, 36 S.; Fleming, W. E., Fumigation of potting soil with carbon bisulphide for the control of the japan. beetle *(Pop. jap.)*. N. Jers. Agr. Exp. St., Bull. **380**, 1923, 45 S.; Melander, s. S. 180[1]), Bull. **187**; Willaume, s. S. 194[2]), 159.

soll nach der Behandlung zunächst einige Tage liegen (Willaume). Bei Böden mit durchlässigem Untergrund genügen Löcher von 10—15, bei solchen mit kaltem Untergrund von 30 cm Tiefe. Flachgründige Kulturböden mit undurchlässigem Untergrund beanspruchen weniger Entseuchungsstoff als tiefgründige mit durchlässigen Erdschichten. Grundwasser wirkt wie felsiger Untergrund.

Für das Verfahren sind kalte, an Niederschlägen reiche Monate nicht zweckmäßig, da sich während dieser Zeit der geschlossene und bindige Boden für eine kurzfristige Durchgasung nicht eignet. Der Schwefelkohlenstoff verflüchtigt sich im Winter sehr viel langsamer. Indem er besonders in kalten und schweren Bodenarten lange Zeit in flüssiger Form liegen bleibt, verursacht er an den benachbarten Wurzeln ungleich stärkere Verbrennungen als im Sommer und Frühjahr. In Mitteleuropa sind die physikalischen Bodenverhältnisse während des zeitigen Frühjahres nach erfolgter Erwärmung, d. i. kurz vor oder während des Austriebes der Pflanzen, am günstigsten. Diese Behandlungszeit kommt auch der pflanzlichen Wurzelbildung zustatten. Seitliche Reichweite beträgt in durchlässigen Böden (Lößlehmböden) etwa 20 cm.

Bei regnerischer Witterung haben Schwefelkohlenstoffschutzbehandlungen zu unterbleiben. Starke oberflächliche Bodennässe unterbindet in bindigen Bodenarten das Entweichen der Gase derart, daß sie unter Umständen länger als erwünscht darin verbleiben. Lehmige Böden sind nach erfolgter Dosierung leicht aufzuhacken. Gehen unmittelbar darauf stärkere Regen nieder (Gewitterregen), so ist die obere Bodenschicht nochmals zu lockern. Frost wirkt insofern nachteilig, als bei nachfolgendem Tauwetter der durchnäßte Boden den Durchgang des Gases verhindert. Andauernde Trockenheit wiederum bewirkt ein zu schnelles Entweichen des flüchtigen Gases. In solchem Falle ist eine vorausgegangene oberflächliche künstliche oder natürliche Bewässerung des Bodens vorteilhaft.

Bei der Verteilung der Dosierungslöcher dürfen lebenswichtige Teile der Pflanzen nicht getroffen werden, da letztere bei Benetzung zugrunde gehen. Bei Behandlung von Holzgewächsen sind besonders die Hauptwurzeln zu schonen; der Spritzpfahl ist so zu halten, daß der Schwefelkohlenstoff von ihnen abgekehrt austritt. Der Abstand von den Hauptwurzeln, wie überhaupt vom Stammsproß soll 10—15 cm betragen. Flachwurzelnde Pflanzen, Gräser, Stecklinge und Jungpflanzen, sind gegen die Behandlung deshalb unempfindlicher, weil sie dem rasch in die Tiefe sinkenden schweren Gas weniger ausgesetzt sind als tiefwurzelnde Pflanzen. Obstbäume, die auf Schwefelkohlenstoff viel schärfer reagieren, sollen während der Blüte und Fruchtreife nicht kulturiert werden.

Stark verseuchte, durch Krankheit und Schädlinge sehr geschwächte Pflanzen widerstehen der Behandlung nicht so gut wie gesunde und kräftige. Gewächse in humushaltigem Boden sollen besonders widerstandsfähig sein. Die jeweils in Frage kommende optimale Schwefelkohlenstoffgabe richtet sich nach der Pflanzenart, nach deren Entwicklungszustand und nach den Bodenverhältnissen. Die Bepflanzung vorbehandelter Böden kann um so früher erfolgen, je leichter der Boden bzw. je schneller das Gas verflüchtigt ist und umgekehrt. Leichtere Böden können schon nach wenigen Tagen, schwere unter Umständen erst nach 1 bis 2 Wochen ohne Nachteil in Kultur genommen werden. In Zweifelsfällen ist

Probepflanzung bzw. Probesaat, bei schweren, feuchten Böden wiederholtes Umstechen anzuraten. Anfängliche kleinere Wachstumsverzögerungen werden meist ausgeglichen und haben keinen Einfluß auf die günstige Weiterentwicklung der Pflanzen. Mit Schwefelkohlenstoff überbehandelte Reben bekommen gelbfleckige Kräuselblätter, die an Akarinose erinnern; Erscheinung wurde als Pseudoakarinose (Thiem) bezeichnet.

Gegen oberflächlich im Boden lebende tierische Schädlinge versagen in den meisten Fällen einfache Schwefelkohlenstoffbehandlungen. Dasselbe gilt für zählebige Insekten in tieferen, leicht durchlässigen Bodenschichten, da hier das Schwefelkohlenstoffgas nicht lange genug anhält. Eine einmalige stärkere Dosierung ist bei solcher Sachlage oft wirksamer als die Verabreichung in gebrochenen kleinen Gaben. Erstere ergibt im Boden einen Gasüberdruck, der eine gleichmäßigere Verteilung und bessere Nachwirkung gewährleistet. Bei Versuchsentseuchungen in schweren Böden ist die Abnahme der Ergebnisse längere Zeit hinauszuschieben als bei solchen in leichteren. Zweifelhaft tote, vielleicht in Narkose liegende Tiere sind zwecks weiterer Beobachtung isoliert zu halten.

Im Einzelnen liegen über Bodenentseuchungen mit Schwefelkohlenstoff und Schwefelkohlenstoffemulsion folgende Erfahrungen vor:

Über Behandlung von Bodenmüdigkeit i. a. s. S. 191; sie ist auch in müden Kaffee-, Zuckerrohr- und Tabakböden erfolgreich.[1])

Die gegen pflanzliche Krankheitserreger erhaltenen günstigen Ergebnisse beruhen wohl meistens auf dem stark wachstumsfördernden Einfluß der Behandlungen. Empfohlen werden Bodenentseuchungen gegen *Pseudomonas tumefaciens* (?)[2]), *Rosellinia necatrix*[3]), Vermehrungspilze in Anzuchtkästen und Vermehrungshäusern[4]) und Schwärze des Meerrettichs.[5]) Während Macagno[6]) gegen Wurzelschimmel und Fawcett und Lee[7]) gegen *Armillaria mellae* Erfolge hatten, bezeichnet Foëx Schwefelkohlenstoff als gegen Pilze nicht wirksam. Auch Staehelin[8]) erzielte gegen *Pythium* nur eine mäßige Wirkung (200 g/qm).

Die völlige Vernichtung von schädlichen Nematoden im Freiland[9]) ist selbst unter geeigneten Bodenverhältnissen wegen der benötigten hohen Schwefelkohlenstoffmengen (nach Hollrung 400 g/qm) unwirtschaftlich, da im Interesse der Wirkung außerdem eine oberflächliche Bodenbewässerung benötigt wird.

---

[1]) Loew, O., Soil disinfection in agriculture. Porto Rico Agr. Exp. St., Circ. **11**, 1909 (Zentralbl. Bakt. II, **29**, 1911, 234).

[2]) Kordes, s. S. 172[7]).

[3]) Dufour, Viala und Foëx nach Rolet, s. S. 195[1]); Miège, s. S. 168[8]).

[4]) Miège, s. S. 168[8]); Staehelin et Porchet, s. S. 157[7]).

[5]) Hiltner, s. S. 195[1]).

[6]) Macagno, s. S. 195[1]).

[7]) Fawcett, H. S., and Lee, H. A., Citrus diseases and their control. Mc Graw Hill Book Co. 1926; Foëx, E., De la préservation des semis et des jeunes végétaux contre les maladies cryptogamiques et les parasites animaux par la stérilisation du sol. Jl. Soc. Nat. Hort. France **22**, 1921, 242—254.

[8]) Staehelin et Porchet, s. S. 157[7]).

[9]) Kühn, s. S. 155[7]), 89; Hollrung, s. S. 156[9]), 137; Baunacke, s. S. 134[2]), 200.

Nach Schoevers wirkt Schwefelkohlenstoffsapikatemulsion[1]) auf Nematoden nicht besser als reiner Schwefelkohlenstoff. Mischung der Schwefelkohlenstoffemulsion (1 : 50) mit Formaldehyd (37%) im Verhältnis 1 : 1 oder auch 3 : 2 ergab eine völlige Vernichtung der Älchen.[2])

Gryllotalpinen[3]) werden besonders in Frankreich seit langem mit Schwefelkohlenstoff (13—133 g/qm bei ein- und zweimaliger Wiederholung) bekämpft. Feytaud empfiehlt Anwendung Ende September oder Mitte Winter, Lang im Juni. Thomas wässerte erfolgreich mit Schwefelkohlenstoffemulsion (1 Teil auf 400 Teile Wasser); indessen kam bei gleicher Wirkung Zyannatrium billiger.

Gegen folgende Lepidopteren sind Schwefelkohlenstoffbehandlungen des Bodens genannt worden: *Hypopta caestrum*[4]), *Carpocapsa pomonella*[5]), *Argyroploce antiquana*[6]), *Bembecia marginata*[7]), *Porina spec.*[8]), Puppen von *Cheimatobia brumata*[9]) und Raupen von *Noctuiden.*[10])

Gegen Dipteren wurden Bodenentseuchungen in folgenden Fällen durchgeführt: Gegen *Ceratitis capitata*[11]), *Rhagoletis cerasi*[12]), verschiedene *Chortophila-*

---

[1]) Schaffnit, E., und Weber, H., Versuche zur Bekämpfung des Wurzelälchens *(Het. radicic.)*. Anz. f. Schädlingskunde **5**, 1929, 17 (Obst- u. Gemüsebau **75**, 1929, 77—78); Gleisberg, J., Wurzelälchenbekämpfung mit Schwefelkohlenstoff-Sapikat-Gemisch. Obst- u. Gemüsebau **75**, 1929, 217—220; **76**, 1930, 34; Schwartz, Richtlinien für die Bodenbehandlung mit Schwefelkohlenstoffsapikat. Mecklenburg. Landw. Wochenschr. **15**, 1931, 527; Schoevers, s. S. 142[1]), 9.

[2]) Chapman, P. J., and Parker, M. M., Carbon disulphide emulsion for the control of a nematode. Sci. **70**, 1929, 18; Guba, E. F., Carbon disulphide emulsion for the control of the root-knot nematode. Mass. Agr. Exp. St., Bull. **292**, 1932, 16 S. u. Phytopath. **23**, 1933, 13.

[3]) Peyran, Contre les courtilières. L'Apicult. **67**, 1913, 216—217; Marchal, P., et Prillieux, E., Rapp. Phytopath. 1914. Ann. Serv. Epiphyt. **3**, 1916, 1—30; Feytaud, J., La courtilière *(Gryllotalpa vulgaris)*. Bull. Soc. Etud. Vulg. Zool. Agr. **16**, 1917, 49—56; Ders., Rev. Zool. Agr. **32**, 1933; Miège, s. S. 168[8]); Rolet, s. S. 195[1]); Chittenden, F. H., The Porto Rico mole-cricket in South Carolina and Florida. Jl. Ec. Ent. **13**, 1920, 149—150; Delassus, La lutte contre les courtilières dans les jardins maraîchers de Fort-de-l'Eau (Alger). Rev. Agr. Afr. Nord **21**, 1923, 603—606; Watson, s. S. 177[6]); Verestchagin, B., *Gryllot. gryllot.* Furnika 1926, 111—112; Thomas, W. A., The control of the Porto Rican mole-cricket, or changa, on golf courses. Bull. U. S. Golf Assoc. Green Sect. **6**, 1926, 179 bis 200.

[4]) Jean, C., *Hypopta caestrum*, a microlepidopteron injurious to asparagus in France. Petit Provençal **48**, 1922, 5 (Internat. Rev. Sci. and Pract. Agr. **13**, 1922, 1414).

[5]) Truelle, A., La destruction de la carpocapse des noix. Vie Agr. et Rur. **31**, 1927, 184—186.

[6]) Riols, P., Le ver du crosne *(Argyroploce antiquana)* parasite nouveau pour la région de l'est. Rev. Path. vég. Ent. agr. **17**, 1930, 161—163.

[7]) Headlee, T. J., and Ilg, C., Some facts relative to the rapsberry crown borer *(Bembecia marginata)*. Jl. Ec. Ent. **19**, 1926, 471—477.

[8]) Cockayne, A. H., The subterranean grass-caterpillar. Jl. Agr. Well. **11**, 1915, 13—17.

[9]) Blanchard, E., Dégâts causés aux arbres fruitiers par la Cheimatobie dans la vallée du Rhône. Vie Agr. et Rur. **16**, 1920, 169.

[10]) Pour combattre les vers gris de la vigne. Vie Agr. et Rur. **7**, 1917, 102; Degrully, L., Deux vieux ennemis de la vigne: le ver gris, l'Altise. Prog. Agr. et Vitic. **77**, 1922, 413 bis 419.

[11]) Blakeslee, s. S. 182[13]); Borg, P., Plant Patholog. Rep. Sup. Agr. Malta, 1930, 14—18.

[12]) Bongini, s. S. 189[7]); Wiesmann, s. S. 141[4]), 747 u. S. 160[7]), 322; Thiem, s. S. 160[7]), 59.

Arten[1]), *Hylemyia brunnescens*[2]), *Metoponia rubriceps*[3]), *Tipula oleracea*[4]), *Bibio johannis*.[5])

Von Coleopteren ist folgendes zu bemerken:

Chrysomeliden: In Frankreich wurden mit 950 l/ha Schwefelkohlenstoff Käfer und Nymphen von *Leptinotarsa decemlineata* bis zu 60 cm Tiefe getötet.[6])

Elateriden[7]): Für den Allgemeingebrauch von Adrianov, Marre und Miles als zu teuer, unpraktisch oder gar wertlos bezeichnet. Marlatt sowie Lane und Gibson haben für wertvolle Kulturen die erfolgreiche Anwendung von Schwefelkohlenstoff nach Targioni Tozetti (30 g/qm) bestätigt, wenn auf gleichmäßig lockerem Boden von 10%iger Feuchtigkeit und einer Temperatur von über 10° je 28 g auf ½ m voneinander entfernte Löcher von 10 cm Tiefe verteilt werden. Erfolg hält wenigstens 3 Jahre an. Headlee hat auf Grund eingehender Vergleichsuntersuchungen im Laboratorium, Kalthaus und Freiland mit Schwefelkohlenstoff, Schwefelkohlenstoffemulsionen und Kalziumzyanid festgestellt, daß bei gleichem Insektizidgehalt die Schwefelkohlenstoffemulsion wirksamer ist als reiner Schwefelkohlenstoff. Im Mai bei 15—16° ausgeführte Behandlungen waren wirksamer als solche im April bei 10°. Lichatschev berichtet über erfolgreiche Drahtwurmbekämpfung mit Motorpflug, der mit Hilfe der heißen Auspuffgase Insektizid vergast (140 kg/ha).

Cerambyciden: Gegen Larven von *Vesperus xatarti* in trockenen Böden mußte Behandlung mit 20—25 ccm auf 3—4 Löcher je Rebstock 2—3 mal wiederholt werden.[8])

[1]) *Ch. brassicae*: Macdougall, R. S., Insect pests in Scotland 1912. Trans. Highl. and Agr. Soc. Scotl. 1913; Hinds, s. S. 195[1]); O'Kane, s. S. 195[2]); *Ch. floralis*: Vasina, A. N., Trud. Opuitno-Issled. Vred. Moskovsk. Zemel. Otd. 1927, 63—89; *Ch. fuscipes*: Watson, J. R., Florida truck and garden pests. Univ. Florida Agr. Exp. St., Bull. **134**, 1917, 35—127.

[2]) Bruneteau, J., La mouche de l'oeillet, *Hylemyia brunnescens*. Rev. Zool. Agr. Appl. **29**, 1930, 37—46. [3]) Jarvis, E., Queensl. Agr. Jl. **24**, 1925, 100—102. [4]) Faes, s. S. 164[8]).

[5]) Morris, H. W., On the larval and pupal stages of *Bibio johannis*. Ann. Appl. Biol. **4**, 1917, 91—109.

[6]) Feytaud, s. S. 141[1]) u. S. 184[4]); Fryer, J. C. T., Colorado potato beetle at Tilbury. Jl. Min. Agr. **41**, 1933, 1058—1062.

[7]) Targioni-Tozetti, Stat. sperim. agr. ital. 1889, 147; Karel, M., Zur Drahtwurmbekämpfung. Fühlings landw. Zeitg. **62**, 1913, 313; Mizerova, F., Tätigkeitsber. Ent. Bur. Orel Zemstvo Gov. Orel 1915; Adrianov, A. P., Untersuchung und Bekämpfung von Drahtwürmern. Ent. St. Zemstvo Gov. Tula 1916, 192—205; Marre, F., Les animaux nuisibles au blé en cours de végétation. Jl. Agr. Prat. **32**, 1919, 450—451 u. 493—494; Régnier, R., Un ennemi des plantes potagères, *Corymbites latus*. Bull. Soc. Path. Vég. France **8**, 1921, 21—24; Miles, H. W., Some important insect pests of strawberries. Jl. Bath and West and South. Count. Soc. **16**, 1921/22, 16 S.; Headlee, 1925 u. 1926, s. S. 179[3]); Ders., Rep. N. Jers. Agr. Exp. St. 1931, 121—200; Miwa, J., and Yanagihara, M., The effect of elaterid beetles on sugar-cane planting in Formosa. J. Trop. Agr. **1**, 1929, 275 bis 289; Marlatt, C. L., Rep. Chief Bur. Ent. U. S. Dep. Agr. 1929 u. 1931; Lane, M. C., and Gibson, K. E., Carbon disulphide as a control for wireworms. Jl. Ec. Ent. **25**, 1932, 958—967; Jones, E. W., The influence of temperature on the toxicity of carbon disulphide to wireworms. Jl. Ec. Ent. **26**, 1933, 887—892; Lane, M. C., Rec. progress in the control of wireworms. Proc. Wld.'s Grain Exhib. a. Conf. 1933. **2**, 1935, 529—534; Lichatschev, A., Sterilisation des Bodens durch Gase. Mitt. d. Inst. f. Pflanzenschutz. Leningrad 1933, 126—128.

[8]) Un insecto que causa graves daños a los viñedos, *Vesp. xatarti*. Rev. Instit. Agr. Catal. San Isidro 1913, 23—26; Trabajos de las estaciones de patologia veget. Bol. Estación Pat. Veg. **1**, 1926, 107—113; Karumidze and Novitzkaya, T. N., Tests of insecticides to be used against *Zabrus tenebrioides*. Plant Prot. 1935, 81—82.

Curculioniden: Gegen Larven, Puppen und Käfer von *Otiorrhynchus ovatus*[1]) hat sich Bodenbehandlung mit unter gasdichter Decke aufgestelltem Schwefelkohlenstoff und mit Schwefelkohlenstoffemulsion (Mc Daniel) bewährt. Anwendung kurz nach der Erdbeerernte vor der Eiablage des Schädlings. Troitzky[2]) empfiehlt gegen *Rhynchites auratus* transportable Kästen aus Eisenblech mit Eingießloch oder ein am Baumstamm festgebundenes Zelt, dessen dem Boden aufliegendes Ende mit Erde beworfen wird.

Scarabaeiden: Gegen alle Entwicklungsstadien von *Lepidiota*[3]) war von allen Bodeninsektiziden Schwefelkohlenstoff am erfolgreichsten. Weitere Erfahrungen liegen vor gegen *Odontria*[4]), *Leucopholis*[5]), *Lachnosterna*[6]), *Dynastinen (Dyscinetus, Ligyrus, Podalgus, Pentodon)*[7]), *Cetoniinen (Allorrhina, Oxythyrea)*.[8])

---

[1]) Melander, A. L., and Yothers, M. A., 25. u. 26. Ann. Repts. Wash. St. Coll. Agr. Exp. St., Bull. **127**, 1915, 30—38 u. **136**, 1917, 35—42; Melander, A. L., Ann. Rep. 1916 N. Yakima, C. Hort. Dep.; Ders., Strawberry root weevil. Rep. Proc. Wash. St. Hort. Assoc. 1917, 4 S., s. a. S. 176[2]); Fulmek, L., Erdbeerwurzelrüßler, *Otiorrhynch. ovatus*. Gartenztg. Wien 1930, 3 S.; Mc Daniel, E. L., The strawberry root-weevil, *Otiorrhynch. ovatus*, as a conifer pest. Jl. Ec. Ent. **25**, 1932, 841.

[2]) Troitzky, N. N., Material zur Biologie von *Rhynchites auratus*. Gov. Ent. St. Turkestan 1913.

[3]) *L. albohirta (hirta):* Jarvis, E., Cane beetle control. Queensl. Agr. Jl. **17**, 1922, 36 bis 39. **27**, 1927, 270—271. **29**, 1928, 107—113. **39**, 1933, 60; Ders., 25. u. 32. Ann. Rep. Bur. Sug. Exp. St., Queensl. 1925, 17—22 u. 1932, 51—55; Jarvis and Burns, s. S. 180[2]); Cottrell-Dormer, W. C., Cane pests and diseases. Queensl. Agr. Jl. **21**, 1924, 363—368. **22**, 1924, 275—277 u. 419—424; *L. frenchi:* Illingworth and Jarvis, s. S. 162[9]); Jarvis, E., Ent. advice to canegrowers. Queensl. Agr. Jl. **28**, 1927, 554—555; Mungomery, R. W., Rep. Ent. 29. Rep. Bur. Sug. Exp. St., Queensl. 1929, 45 u. 46; *L. trichosterna:* Mungomery, R. W., Cane grub activity. Queensl. Agr. Jl. **30**, 1928, 513—514.

[4]) Cottier, s. S. 163[1]).

[5]) Leefmans, S., De cassave-oerets. Meded. Lab. Plantenziekt. Nr. **13**, 1915; Otanes, E. R., Philipp. Agr. Rev. **17**, 1924, 109—119.

[6]) Bol. Fomento Costa Rica **3**, 1913, 130—133; Cook, A. J., The white grubs. Mthly. Bull. St. Comm. Hort. Cal. **3**, 1914, 29—30; Headlee, T. J., Rep. Ent. Rep. N. Jers. Agr. Coll. Exp. St. 1916, 306—335; Puig y Nattino, J., Los parasitos vegetales y animales de las plantas cultiv. espontaneas. Repub. Orient. Urug. Min. Ind., Bol. **36**, 1919; Davis, s. S. 158[1]); Komp, W. H. W., The use of carbon bisulphide against the white grub. Soil Sci. **10**, 1920, 15—28; Bourne, B. A., Ent. a. mycol. work 1922/23. Rep. Dep. Agr. Barb. 1923, 8—9; Box, H. E., Rep. Porto Rico 1924; Rep. Cansas Agr. Exp. St., s. S. 180[3]); Dozier, H. L., Ann. Rep. Ins. Exp. St. P. Rico 1924/25. 1926, 115—124; Vandenberg, S. R., Rep. Ent. Rep. Guam. Agr. Exp. St. 1930. 1931, 23.

[7]) *Lig. fossator:* O bezouro doscanno viaes. Chac. e Quintaes, S. Paulo **13**, 1916, 248—249; *Lig. foss.* und *Pod. humilis:* s. S. 136[9]); Moreira, C., Os bessouros da canna de assucar. Bol. Min. Agr. Ind. e Comm., Rio d. Jan. **8**, 1919, 103—119; *Pod. humilis* und *Dysc. geminatus:* Moreira, C., Insectos nocivos dos arrozaes e seu combate. Alman. Agr. Bras. 1923, 193—194; *Pent. punct.:* Grassée, s. S. 182[11]); Ferrario, T., Un terribile devastatore di barbatelle. Giorn. Agr. Domenica **43**, 1933, 236; Borg, s. S. 198[11]).

[8]) *Allorrh. nitida:* Davis and Luginbill, s. S. 145[5]); Mc Kinney, K. B., and Milam, J., The green june beetle larva in tobacco plant beds. U. S. Dep. Agr., Farmers' Bull. **1489**, 1926; Lipp, J. W., An improved carbon bisulphide emulsion for the control of larvae of the japanese beetle. Jl. Ec. Ent. **20**, 1927, 801—805; *A. texana:* Nichol, s. S. 136[10]); *Oxyth. funesta:* Lesne, P., Insectes nuisibles aux arbres fruitiers. Jl. Agr. Prat. **27**, 1914, 307—311.

Im Kampfe gegen Engerlinge der Arten *Rhizotrogus*, *Amphimallus*, *Melolontha* und *Polyphylla*[1]) hat seit langem (Vermorel, 1881) Schwefelkohlenstoff bei Beachtung der Nebenumstände (Bodencharakter, Jahreszeit, Entwicklungszustand der Kulturen u. a.) vielfach mit befriedigendem Erfolg, besonders bei Massenbefall in Pflanzschulen, Verwendung gefunden. Die Dosierung wechselt nach den Umständen; 30—80 g/qm sollen, auf eine Anzahl Löcher verteilt, alle Larven zerstören. Zvierezomb-Zubkowsky fand, daß bei Verabreichung von 4 g durch Injektor in Tiefen zwischen 7 und 10 cm 8%, zwischen 13 und 15 cm 15%, von 5—7 g zwischen 15 und 18 cm 100% der Larven getötet wurden. Im allgemeinen wird oberflächliche Verabfolgung empfohlen (Faes, Pospielov). In Rußland wurden wiederholt in angemessenem Abstand mit Schwefelkohlenstoff getränkte Watteknäul von Walnußgröße versenkt (Zvierezomb-Zubkowsky, Shembel). Printz bevorzugte Auflösungen von Schwefelkohlenstoff in Paradichlorbenzol oder beide Mittel getrennt für Rebstecklinge. Ambrosi hatte selbst bei Anwendung von 120 bis 150 g/qm keinen befriedigenden Erfolg. Mungomery benutzte zur Bekämpfung von Lamellicornierlarven an älteren Zuckerrohrpflanzen 2 Teile Schwefelkohlenstoff und 1 Teil Orthodichlorbenzol.

Gegen Larven von *Popillia japonica*[2]) bewährte sich vor allem die Emulsion

[1]) Vermorel, V., Emploi du sulfure de carbone en horticulture. 1901; Vermorel, V., and Crolas, The use of carbon bisulphide against *Phylloxera* and other insect enemies of plants. Libr. Prog. Agr. et Vit. 1915, 132 S.; Decoppet, M., Action du sulfure de carbone sur les vers blancs et sur la végétation de quelques plantes forestières. Proc. verbaux Siences Soc. Vaud. Sc. Nat. 1912, Nr. 9; Pospielov, s. S. 182[11]); Mitscha, H., Zur Engerlingsbekämpfung mit Schwefelkohlenstoff. Wiener landw. Ztg. **64**, 1914, 325—326; Zvierezomb-Zubkowsky, E. V., Versuch zur Bekämpfung von *Mel.*-Larven mittels Schwefelkohlenstoff. Ref. Rev. appl. Ent. **3**, 1915, 228; Escherich, K., Die Maikäferbekämpfung in Bienwald. Ztschr. f. angew. Ent. **3**, 1916, 151; Pée-Laby, L., Pour se débarasser des vers blancs. Vie Agr. et Rur. **6**, 1916, 379—380; Tarnani, s. S. 182[11]); Guénaux, G., La destruction des hannetons. Vie Agr. et Rur. **7**, 1917, 441—443; Ravaz, L., Le ver blanc dans les pépinières. Prog. Agr. et Vit. **77**, 1922, 7—8; Fluhrer, s. S. 165[8]); Verestchagin, B., *Melol. mel.* und seine Bekämpfung. Furnika Kischinev 1922, 14 S.; Cotte, J., *Polyphylla fullo*, dans les vignobles du Var. Bull. Soc. Path. Veg. **9**, 1922, 260—262; Faes et Staehelin, s. S. 184[4]); Faes et Tonduz, s. S. 178[3]); Ambrosi, M., Der praktische Weinbau. Hermannstadt 1925; Printz, s. S. 135[1]) u. S. 188[1]); Shembel, S. Yu., 14. Ber. Astrachan Stat. Pflanzenschutz f. 1924. 1926; Geßner, A., Ein Beitrag zur Engerlingsbekämpfung, insbesondere in Rebschulen. Weinbau u. Kellerwirtschaft **7**, 1928, 97; Wiesmann, R., Vernichtung von Engerlingen in Pflanzschulen. Schweiz. Z. f. Forstwesen 1928, 295; Mungomery, R. W., Fumigations for cane grubs. Queensl. Agr. Jl. **34**, 1930, 562—563; s. auch S. 190[9]), 30. Ann. Rep.; Hengl, F., Zur Bekämpfung der Engerlinge im Weinbau, insbesondere in Rebschulen. Weinland 1931, H. 2 u. 3 (Landwirtschaft 1931, 62, 85, 127); Chigarev, s. S. 181[4]).

[2]) Leach, B. R., and Thomson, J. W., Experim. in the treatment of balled earth about the roots of coniferous plants for the control of japan. beetle larvae. Soil Sci. **12**, 1921, 43 bis 61; Dies., s. S. 178[2]); Howard, Rept. Ent. U. S. Dep. Agr. 1922 u. 1923; Fleming, s. S. 195[2]), S. 178[3]) u. S. 188[9]); Hardley, C. H., Rep. on jap. beetle work. 8. Ann. Rep. N. Jers. Dep. Agr., Bull. **37**, 1923, 49—52; Leach, B. R., Fleming, W. E., and Johnson, J. P., Soil insecticide investigations at the japan. beetle laboratory during 1923. Jl. Ec. Ent. **17**, 1924, 361—365; Leach and Johnson, s. S. 192[5]); Leach, s. S. 193[1]); Smith, s. S. 192[5]), Bull. **41** u. **45**; Ders., 11. Ann. Rep. N. Jers. St., Dep. Agr. 1926, 71—76; Leach, B. P., Lipp, J. W., and Fleming, W. E., Control of japanese beetle grubs. Pennsylv. Dep. Agr. Gen., Bull. **440**, 1927, 21 S.; Lipp, s. S. 200[8]); Cory, E. N., and Sanders, P. D., Soil treat-

von Fleming (1926). Herstellung der Stammlösung: 700 ccm Schwefelkohlenstoff, 77 ccm Ölsäure, 193 ccm Äthylalkohol (95%), 30 ccm Baumwollsamenöl (gereinigt) und 13,5 ccm Kalilauge. Sie ist auch gegen *A. orientalis*[1]) brauchbar. Für Großbehandlungen wurden automatische Emulgierapparate (Leach, Merritt, Dibble, Robey)[2]) konstruiert. Bei Temperaturen von 18—21° genügt nach Fleming zur Abtötung der Eier ein Schwefelkohlenstoffgehalt der Emulsion von 0,1% und zur Vernichtung der Larven ein solcher von 0,04%.

In Vergleichsuntersuchungen mit zahlreichen anderen Insektiziden (Benzylchlorid, Phenol, Ortho-Kresol, Naphthalin, Nikotin, Anilin, Nitrobenzol, Ortho-Nitrotoluol, Hexachloräthan, Brombenzol, m-Cymol, Chlorbenzol) hat sich Schwefelkohlenstoff hinsichtlich seiner gleichmäßigen Wirkung und Billigkeit immer wieder behauptet (Fleming, 1925).

Hymenopteren: Bekannt ist erfolgreiche Vernichtung der Erdnester von *Vespa* durch Eingießen von etwa 50—60 g Schwefelkohlenstoff.[3]) Sicherer wirken 40 ccm Schwefelkohlenstoff in 20 ccm Tetrachloräthan gelöst oder reichliche Mengen einer wässerigen Schwefelkohlenstoffemulsion. Letztere befriedigt auch gegen *Andrena perplexa*.[4])

Schwefelkohlenstoff hat sich zur Zerstörung von Ameisennestern vielfach bewährt. Größere Kolonien werden wegen mangelhafter Tiefenwirkung nur geschwächt. Höhe der Dosierung ist vom Nestumfang abhängig. Auflösung von Naphthalin oder Paradichlorbenzol in Schwefelkohlenstoff soll vorteilhaft sein.[5])

Rhynchoten: Über Erfahrungen gegen *Phylloxera vastatrix* s. S. 191. Beim Vernichtungsverfahren[6]) wird so viel Schwefelkohlenstoff aufgewendet, daß im Boden sämtliche Rebläuse und unterirdische Rebteile zerstört werden. Verbesserung des Vernichtungsverfahrens wurde neuerdings angestrebt durch Zusatz von Tetrachloräthan und Blausäure (!)[7]), von Nitrobenzol[8]), Petroleum[9]), Paradichlorbenzol[10]) und Sapikat.[11])

ment for control of the japan. beetle. Jl. Ec. Ent. **22**, 1929, 556—561; Stichler, G. B., Incidental effects following certain greenhouse practices in control of the japan. beetle. Proc. Pennsylv. Acad. Sc. **2**, 1928, 58—60; Fleming, W. E., and Baker, F. E., The use of carbon disulphide against the japanese beetle. Techn. Bull. U. S. Dep. Agr. **478**, 1935, 91 S.

[1]) Zappe and German, s. S. 178[4]); Britton, s. S. 178[4]); Britton and Zappe, s. S. 180[5]); Johnson, s. S. 192[5]); Lipp, s. S. 200[8]); Friend, R. B., The asiatic beetle in Connecticut. Bull. Connect. Agr. Exp. St. **304**, 1929, 585—664.

[2]) s. S. 193[1]).

[3]) Passy, P., A propos de la destruction des guêpes. Apicult. **60**, 1916, 17—18.

[4]) Sanders, P. D., Control of bees burrowing in lawns. Bull. Maryld. Agr. Exp. St. **298**, 1928, 196—197.

[5]) Hawley, R. C., and Record, S. J., Do ants kill tree about their colonies? Amer. Tor. Wash. Nr. 275, 22, 1916, 685—686; Cottrell-Dormer, s. S. 190[9]); Severin, H. C., House ants. S. Dakota St. Ent., Circ. **20**, 1920, 9 S.

[6]) Denkschrift betreffend Bekämpfung der Reblauskrankheit in Deutschland. 1—38, 1875—1932 (hier weitere Literatur).

[7]) Grether, s. S. 192[2]); Börner und Thiem, s. S. 183[3]), 167 u. 174; Thiem, s. S. 194[3]).

[8]) Börner und Thiem, s. S. 183[3]), 176—182; Thiem, s. S. 194[1]), 29 u. 44; Ders., s. S. 182[10]) u. S. 192[3]).

[9]) Börner, C., und Thiem, H., Über die Natur neuzeitlicher Reblausbekämpfungsmittel. Arb. Biolog. Reichsanst. **13**, 1925, 420; Printz, s. S. 135[1]); Thiem, H., und Kalandadze, L., Petroleum als Reblausbekämpfungsmittel. Z. angew. Entomolog. **18**, 1931, 319.

[10]) Printz, s. S. 188[1]), 1928.

[11]) Kroemer, s. S. 192[3]); Thiem, s. S. 182[10]).

Bei Anwendung kulturaler Mengen wird die reblaustötende Wirkung des Schwefelkohlenstoffes unsicher; unter günstigen Umweltbedingungen und bei sorgfältiger Arbeit ist mittels 70—100 g/qm Schwefelkohlenstoff weitgehende Bereinigung der Herde möglich.[1]) Nach Boiteau beträgt die insektizide Seitenreichweite bei Gaben von 10 g je Loch etwa 30—35[2]), nach Thiem während der Sommermonate aber nur 17—20 cm.

Unter Einbeziehung von Sicherheitsgürteln wird Schwefelkohlenstoffbehandlung gegen *Pseudococcus vitis (citri)*[3]) und *Margarodes vitium*[4]) empfohlen. Unter zahlreichen Insektiziden schnitt Schwefelkohlenstoffemulsion gegen 4. Larvenstadium von *Tibicen davisi*[5]) gut ab.

β) **Kaliumsulfokarbonat** (Natrium-, Kalzium-, Bariumsulfokarbonat)

Leicht wasserlösliches Salz, das im Boden unter dem Einfluß des Wassers und der Kohlensäure zerfällt in die insektizid wirkenden Gase Schwefelkohlenstoff und Schwefelwasserstoff sowie in die düngend wirkenden Salze Kaliumkarbonat und Kaliumsulfat. Zur Bekämpfung der Reblaus von Dumas (1874)[6]) empfohlen und von Mouillefert[7]) eingehend untersucht, ist seine Anwendung an verhältnismäßig große Wassermengen gebunden (je ha ca. 100—150 cbm auf 400—500 kg), deren Beschaffung meist mit erheblichen Kosten verknüpft ist. Deshalb ist die praktische Bedeutung des Verfahrens beschränkt. In Frankreich wurden behandelt 1879 600, 1886 gegen 4500, 1894 fast 7800 und 1904 über 4000 ha reblausverseuchtes Rebgelände.

Die Behandlung kann während des ganzen Jahres, auch in den heißesten Monaten durchgeführt werden. Bei Verabreichung kulturaler Mengen treten in keiner Bodenart tödliche Rebschädigungen auf, auch erholen sich die durch die Reblaus geschwächten Stöcke rascher und vollständiger als bei der reinen Schwefelkohlenstoffbehandlung. Da die Wirkung auf Reblaus nicht immer befriedigt (50 g/qm auf 14 l Wasser)[8]), ist in Frankreich eine zweimalige Behandlung (am besten im Herbst und Frühjahr) befürwortet worden. In anderen reblausverseuchten Weinbauländern Europas hatte Verfahren der hohen Kosten wegen keine praktische Bedeutung. In der Schweiz und in Italien wurden 3%ige

[1]) Börner und Thiem, s. S. 183[3]); Thiem, s. S. 194[1]) u. S. 192[3]); Kissel, s. S. 194[1]).

[2]) Boiteau, s. S. 195[2]); Macagno, s. S. 195[1]) u. Das. **6**, 1880, 425.

[3]) Bodenheimer, Coccidae Palestine. Zionist. Organis. Agr. Exp. St., Bull. **1**, 1924, 84; Mangin, L., et Viala, P., Phthiriose de la vigne. Rev. Vitic. **20**, 1903, 525—527, 581 bis 584, 609—613.

[4]) Schurman, El *Margarodes vitium*. Min. Ind. Défensa Agr. Boll. Mens. (Uruguay) **3**, 1922, 117—121.

[5]) Wilson, J.W., *Tibicen davisi* Smith and Grosbeck *(Cicadidae)*, a new pest of economic importance. Florida Ent. **14**, 1930, 61—65.

[6]) Dumas, C. R. Acad. Sci. 1874, 1609.

[7]) Mouillefert, P., C. R. Acad. Sci. 1874, 2. sem. 645 u. 1184; Cornu et Mouillefert, s. S. 156[3]); Cauvy, B., C. R. Acad. Sci. **89**, 1879, 505; Mayet, s. S. 135[2]), 158—159 (Literaturangaben); Molinas, E., La destruction des parasites du sol. Prog. Agr. et Vit. **31**, 1914, 374—378; Castella, F. de, Sulpho-carbonate of potassium as a soil insecticide. Jl. Dep. Agr. Vict. **12**, 1914, 423—425; Miège, s. S. 168[8]).

[8]) Dewitz, J., Versuche mit sulfokarbonsaurem Kalium. Ber. Geisenheimer Lehranst. f. Garten-, Obst- u. Weinbau 1914/15, 100—101.

Lösungen von Kaliumsulfokarbonat bei Zusatz von 1% Schmierseife zur Entseuchung von mit Wurzelreblläusen und Reblauswintereiern besetzten Wurzel- und Blindreben mit Erfolg verwendet.[1])

Die Großbekämpfung anderer Bodenschädlinge scheiterte an den hohen Kosten des Verfahrens und an der unsicheren oder gar schädlichen Wirkung auf die Pflanzen.

Für die Anwendung des Mittels (1 Teil auf 100 l Wasser) in Gärtnereien zur Vernichtung von Schnecken, Drahtwürmern, Erdraupen, Engerlingen und Tausendfüßen hat sich Molinas eingesetzt. Tulpen und Nelken vertragen eine 1- und 2%ige Lösung, eine 5%ige ist schädlich. Zuchtbeetkästen können nach dem Trocknen der behandelten Erde bepflanzt werden.

Nach Staehelin und Porchet[2]) wirkte Verbindung (3% 10 l/qm) sehr stark fungizid, doch weniger günstig als Formalin.

γ) Kaliumxanthogenat

Verbindung gibt im feuchten Boden, gegebenenfalls bei Zugabe saurer Salze, Schwefelkohlenstoff ab. Sie hat sich im Kampfe gegen die Reblaus wegen des hohen Preises nicht eingeführt. De Ong[3]) hatte im Laboratorium und Freiland gegen *Heterodera radicicola* gute Ergebnisse. Tyler[4]) empfiehlt in Verbindung mit Kalziumphosphat und etwas Schwefel Salz für Baumschulen und Saatbeete an Stelle der kostspieligen Bodendämpfung.

10. Phenol- und Nitrophenolverbindungen

α) Karbolsäure *(Phenol, carbolic acid)*, Kresol *(cresylic acid)*, Lysol

Karbolsäure und Kresol, die wirksamsten Bestandteile des Karbolineums, begünstigen nach ihrem verhältnismäßig raschen Abbau im Boden sehr auffällig Bakterien- und Pflanzenentwicklung.[5]) Als ein gegen Bodenmüdigkeit und Nematoden in Gewächshäusern im Herbst anzuwendendes Bodenentseuchungsmittel[6]) wurde Kresol, früher als *liquid carbolic acid* (97—99%) bezeichnet, in England sehr bevorzugt (Russel, Howard), aber neuerdings trotz bequemerer Handhabung durch die wirksameren Dämpfverfahren verdrängt.

Kühn[6]) hatte selbst bei unverdünnter Anwendung von Karbolsäure keine

---

[1]) Grassi, B., Moderne Gesichtspunkte zur Bekämpfung der Reblaus. Mthly. Bull. Agr. Intell. Plant Dis., Rom **6**, 1915, 1553—1571; Faes, H., et Staehelin, M., Le Phylloxéra gallicole et la désinfection des plantes de vignes. Ann. Agr. Suisse **23**, 1922, 295—303; Faes, H., Le phylloxéra gallicole. Prog. Agr. Vit. **88**, 1927, 400—421.

[2]) Staehelin et Porchet, s. S. 157[7]).

[3]) De Ong, E. R., Potassium xanthate as a soil fumigant. Jl. Ind. Eng. Chem. **18**, 1926, 52.

[4]) Tyler in Rep. Calif. Agr. Exp. St. 1927, 72—75.

[5]) Nobbe, F., und Richter, L., Über die Behandlung des Bodens mit Äther, Schwefelkohlenstoff, Chloroform, Benzol und Wasserstoffsuperoxyd und deren Wirkung auf das Wachstum der Pflanzen. Landw. Versuchsst. **60**, 1904, 433—448; Störmer, K., Über die Wirkung des Schwefelkohlenstoffes und ähnlicher Stoffe auf den Boden. Jahresber. angew. Bot. **5**, 1907, 113—131; Mooser, W., Biol.-Chem. Vorgänge im Erdboden. Landw. Vers. Stat. **75**, 1911, 71—106.

[6]) Kühn, s. S. 155[7]), 88; Russel, s. S. 144[1]); Russel, E. J., and Petherbridge, E. F., Investigations on „sickness" in soil. Jl. Bd. Agr. **18**, 1912, 809—827; Howard,

genügende Abtötung von *Heterodera schachtii* erreicht. Dasselbe war in Holland bei Verwendung von Kresol, Mono- und Dichlorbenzol der Fall (Schoevers). Nach Howard steht Kresol dem Schwefelkohlenstoff nur insofern nach, als der behandelte Boden erst nach Ablauf von 10—12 Wochen in Kultur genommen werden kann. In Gewächshäusern, in denen 12 Jahre lang Tomaten kultiviert worden waren, wurden infolge Behandlung mit Kresol je 0,4 ha 15 t Tomaten mehr als auf unbehandelter und 7,25 t weniger als auf der mit Dampf behandelten Fläche geerntet (Bewley).

In Deutschland fand Kresol als Kresolseife und Parol lange Zeit zur oberflächlichen Entseuchung von Reblausherden Verwendung. Sehr nachteilig ist dabei die geschmackliche Beeinflussung der fast reifen Trauben.[1]) Die weniger stark riechenden Meta- und Para-Kresole wirken weniger reblaustötend als das stärker riechende Ortho-Kresol.[2])

Gegenüber beweglicheren Bodeninsekten[3]) sind Karbolsäure und Kresol nicht flüchtig genug; sie kommen daher mehr als Kontaktmittel in wässerigen Emulsionen oder in fester Mischung (mit gipshaltigem, trockenem Boden) für örtliche Verabreichungen in Frage.

Zur Vernichtung von Bodenpilzen, wie *Fusarium* und *Pythium debaryanum*, sind je kg Erde bis zu 50 g Kresol erforderlich (Russel, Jørgensen). Mit Karbolsäure erzielte Jørgensen[4]) ausgezeichnete Erfolge gegen *Pythium debaryanum* und *Plasmodiophora brassicae* (250 g / 10 l), keine gegen *Rhizoctonia solani*. Gegen Wurzelhalsfäule an Salatpflänzchen genügt eine Bodenvorbehandlung mit 0,5% Karbolsäure (5 l/qm)[5]). Brauchbar ist Kresolsäure auch zur Behandlung des Bodens gegen *Phymatotrichum omnivorum*.[6])

Chlorierte und nitrierte Kresole sind wirksamer; Chlorphenol soll viermal so giftig wie Phenol und Dichlorkresol fünfmal so giftig wie Kresol sein.[7]) Verbindungen sind wegen zu langsamer Entgiftung im Boden bisher ohne praktische Bedeutung geblieben.

---

s. S. 193[2]); Bewley, s. S. 143[2]), 1928 u. S. 142[1]), Bull. **22**; Schoevers, T. A. C., Proeven met verschillende middeln tegen't wortelaaltje. Versl. Mededeel. Plantenziektenk. Dienst **31**, 1923, 36; Ders., Grondontsmettingsproeven, Das. **34**, 1923, 46; Hortic. investigations at Cheshunt. Exp. a. Res. St. Cheshunt, Ann. Rep. **10**, 1924, 11—64; Stieltjes, D., Versl. v. het aaltjes-proefveld te Dalfsen. Tijdschr. Plantenziekten **36**, 1930, 105—111 (Z. f. Pflanzenkrankheiten u. Pflanzenschutz **41**, 1931, 82).

[1]) Lüstner, G., Über den Einfluß des Geruches des Kresolseifenwassers auf den Geschmack der Weinbeeren und des Weines. Ber. Lehranst. Geisenheim a. Rh. f. 1904, 210 bis 222.

[2]) Moritz, J., Beobachtungen und Versuche, betr. die Reblaus *Phyll. vast.* und deren Bekämpfung. Arb. Biolog. Reichsanst. **6**, 1908, 556—566; Denkschr. betr. Stand d. Reblauskrankh. i. Deutschland f. 1904, S. 65 u. 73, f. 1905, S. 184 u. 197; Ditthorn, F., Über den Desinfektionswert der drei Kresolisomeren. Zentralbl. Bakt. I, **82**, 1919, 482—491; Buddin, s. S. 157[1]); Matthews, s. S. 153[1]).

[3]) Melander, s. S. 180[1]), Bull. **187**; Lichatschev, s. S. 199[7]).

[4]) Jørgensen, s. S. 161[6]).

[5]) Flachs, s. S. 174[9]).

[6]) King and Loomis, s. S. 174[8]).

[7]) Russel, 1919 u. 1923, s. S. 144[1]); Parker, s. S. 143[2]); Matthews, s. S. 153[1]).

β) **Pikrinsäure** (Trinitrophenol)

Wäßrige Lösungen von 0,1 bzw. 0,002% wirken auf Zysten des Rübennematoden tödlich.[1]) Vor der von Hebenstreit empfohlenen Anwendung einer 0,1%igen Lösung zur Bekämpfung von Älchen, Ohrwürmern u. a. an Dahlien und Begonien hat Voigtländer im Hinblick auf die große Empfindlichkeit der Pflanzen gewarnt.[2]) Nach Mach[3]) traten Wurzelbeschädigungen auch bei Anwendung einer Mischung von starkverdünnter Pikrinsäure mit Kalk, Reflorit genannt, ein. Im Gegensatz zu befriedigend verlaufenen Topfversuchen endigten Freilandversuche gegen Wurzelrebläuse (15—40 g je Rebe) ungünstig.[4])

11. Kohlenwasserstoffe und Mineralöle

α) **Benzin** *(petrol, gasoline, naphtha)*, **Benzol** *(benzene)*

Als Bodenentseuchungsmittel hat Benzin einen zweifelhaften Wert. Bei oberflächlicher Anwendung kann wegen seines niedrigen spezifischen Gewichtes keine Tiefenwirkung erwartet werden. Benzin und Rohbenzole haben sich zur Durchtränkung von Pflanzenresten im Boden und zur radikalen Vernichtung tierischer Entwicklungszustände, z. B. von *Leptinotarsa decemlineata* (4 bis 5 l/qm)[5]), bewährt.

Versuche mit zum Teil erheblichen Mengen (36 g/qm) gegen Engerlinge, Drahtwürmer, Ameisen und Nematoden schlugen meist fehl oder blieben im Ergebnis zweifelhaft. Ihnen entgegen stehen einige befriedigende Befunde gegen Engerlinge[6]), Drahtwürmer[7]), Staphyliniden[8]) und Dipterenlarven.[9]) Auch günstige Ergebnisse von Ritzema Bos[10]) mit Benzin an Lupinen, Hafer und Sommerweizen gegen Engerlinge, Drahtwürmer und Larven von *Tipula* und *Otiorrhynchus sulcatus* an Topfpflanzen stehen ziemlich vereinzelt da.

[1]) Chem. Fabr. von Heyden A. G., Verfahren zur Rübennematodenbekämpfung. D. R. P. Nr. 515 347. Zeitschr. Deutsch. Zucker-Ind. **81**, 1931, 199.

[2]) Hebenstreit, Pikrinsäure gegen die Älchenkrankheit bei Lorraine-Begonien usw. Möllers Deutsche Gärtnerztg. **36**, 1921, 254; Voigtländer, B., Nochmals: Pikrinsäure gegen die Älchenkrankheit bei Lorraine-Begonien. Das. **26**, 1921, 270.

[3]) Mach, F., Versuch mit Reflorit. Ber. Bad. Landw. Versuchsanst., Augustenberg 1907, 28—30.

[4]) Cornu et Mouillefert, s. S. 156[8]), 126—128.

[5]) Feytaud, s. S. 184[4]) u. S. 141[1]); Hilgendorff, G., und Trappmann, W., Bodendesinfektionsversuche. Nachrichtenbl. f. d. Deutschen Pflanzenschutzdienst **6**, 1926, 59—61 (vgl. das. **4**, 1924, 56); Schwartz, M., Auftreten des Kartoffelkäfers in Stade. Das. **14**, 1934, 73; Speyer, W., Die Wirkung von Rohbenzol auf das Pflanzenwachstum. Z. Pflanzenkrankh. u. Pflanzenschutz **46**, 1936, 411—417.

[6]) Puig y Nattino, s. S. 200[6]).

[7]) Schenk, P. J., In en op den Boden levende Plantenvijanden. Tijdschr. Plantenziekten **25**, 1919, 101—125.

[8]) Vincent, Staphylinid injurious to turnips in France. C. R. Acad. Agr. France **2**, 1916, 87—88.

[9]) Ritzema Bos, J., Ziekten en beschadigingen, verorzeekt door dieren. Meded. Land-, Tuin- en Boschbouwschool **11**, 1917, 169—250.

[10]) Ritzema Bos, J., Die Vertilgung im Boden befindlicher Schädlinge durch Einspritzung von Benzin oder Schwefelkohlenstoff. Z. f. Pflanzenkrankheiten **8**, 1898, 42—46, 113—121 u. Versl. en Meded. Plantenziektenk. Dienst Nr. 44, 1925, 40 u. 41.

β) **Diphenylmethan** (Pyoctannin)

wird nach Schoevers[1]) in Holland von Blumenzüchtern gebraucht zur Bekämpfung von *Acrostalagmus, Pythium, Sclerotinia, Fusarium, Moniliopsis, Rhizoctonia*; man begießt den Boden, eventuell längs des Wurzelhalses der Pflanzen, mit 7—10 l einer 1%igen Lösung.

γ) **Naphthalin** (*naphthalene*)

Verbindung findet seit langem als Bodeninsektizid Anwendung, ist aber erst neuerdings in seinem begrenzten Wert erkannt worden.[2]) Seine von der Art der Verabreichung und vom Zustande des Bodens abhängige direkte Giftwirkung ist örtlich schwach und langsam, seine abstoßende Geruchswirkung dagegen für viele praktische Belange (Handelsgärtnereien, Gewächshaustreibereien, Spezialzüchtereien) bedeutungsvoll. Die Wirkung hält in feuchten und humushaltigen Böden weniger lange an als in sterilen und trockenen. Sie ist nicht von der Flüchtigkeit des Naphthalins, sondern von dem Gehalt des Bodens an abbaufähigen Bakterien abhängig. Unterschiede in der Zusammensetzung des Präparates (Phenolgehalt des Rohnaphthalins, Grad der Reinheit), Mannigfaltigkeit der Freilandverhältnisse und der tierischen und pflanzlichen Entwicklungszustände[3]) sind weitere Ursachen für die widerspruchsvollen Ergebnisse bei Verwendung von Naphthalin.

Sehr bemerkenswert sind die nahezu übereinstimmenden Erfolge von Behandlungen gegen folgende Dipteren: *Acidia heraclei*[4]), *Psila rosae*[5]), *Myodina vibrans*[6]), *Chortophila brassicae*[7]), *Hylemyia antiqua*[8]), *Tipuliden*[9]), *Pegomyia hyoscyami*[10]), *Contarinia pisi*[11]),

---

[1]) Schoevers, Versl. Meded. Plantenziektenk. Dienst Nr. 26, 1929 u. Nr. 63, 1931, 13; Plemper v. Balen, B. A., Het „omvallen" van stekken. Tijdschr. Plantenziekten **6**, 1900, 30.

[2]) Tattersfield, F., The decomposition of naphthalene in the soil and the effect upon its insecticidal action. Ann. Appl. Biol. **15**, 1928, 57—80; Gray, P. H. H., and Thornton, H. G., Soil bacteria that decompose certain aromatic compounds. Zentralbl. Bakt. II, **73**, 1928, 74—96; Jacobs, S. E., The influence of antiseptics on the bacterial and protozoan population of greenhouse soils. I. Naphthalene. Ann. Appl. Biol. **18**, 1931, 98—136.

[3]) Staniland, L. N., and Walton, C. L., The use of naphthalene for the control of certain pests a. market gardens. Rep. Agr. Hort. Res. St. Bristol 1928, 103—105.

[4]) The celery fly (*Acidia heraclei*). Gard. Chron. **81**, 1927, 359; Staniland and Walton, s. [3]).

[5]) Thompson, H. W., Control of root flies in South Wales. Welsh Jl. Agr. **6**, 1930, 295 bis 301; Glasgow, H., The present status of carrot rust fly control in New York. Jl. Ec. Ent. **24**, 1931, 189—196.

[6]) Theobald, F. V., Ent. Dep.—Ann. Rep. Res. a. Adv. Dep. 1925/26, 5—22.

[7]) Rep. Ins. a. fungus pests on plants in England a. Wales 1917. Bd. Agr. Fish. 1918, 32; Staniland and Walton, s. [3]); Thompson, s. [5]); Miles, H. W., The control of the cabbage root fly. Jl. Min. Agr. **37**, 1931, 1227—1231; Krasnyuk, s. S. 189[5]); Edwards, E. E., Cabbage root fly. Jl. Min. Agr. **38**, 1932, 1230 u. das. **41**, 1934, 154; Goffart, H., Versuche z. Bekämpfung d. Kohlfliege mit Naphthalin. Anz. f. Schädlingskunde **8**, 1932, 44—45 u. S. 189[5]); Somerset, Cabbage root-fly. Gard. Chron. **81**, 1927, 397—398; Tomaszewski, Nitsche und Langenbuch, s. S. 170[2]), 285.

[8]) Gray, H. E., The onion maggot in Alberta. 54. Ann. Rep. Ent. Soc. Ont. 1924, 36—38; Hodson, W. E. H., and Beaumont, A., 2. Ann. Rep. Dep. Plant Path. Seale-Hayne Agr. Coll. 1926, 32 S.; Thompson, s. [5]).

[9]) Theobald, F. V., Ent. Dep. — Ann. Rep. Res. a. Adv. Dep. S. E. Agr. Coll. 1922/23, Append. B, 5—14 u. Some soil insects and their treatment. Jl. S. E. Agr. Coll., Bull. **5**, 1927; Thompson, s. S. 164[9]); Dawson, s. S. 160[5]).

[10]) Rambousek, F., Über Rübenschädlinge. Z. Zuckerind. tschechoslov. Republ. 1926, 357—360, 365—370, 373—378.

[11]) Barnes, H. F., New damage to peas by the pea midge. Jl. Min. Agr. **34**, 1927, 159—161.

C. torquens[1]), *Dasyneura arabis*[2]), *Bibio marci* und *B. johannis*[3]). Zur Anwendung gelangten je nach der Art der Verabreichung 25—135 g/qm: oberflächlich rund um die Pflanzen oder zwischen die Pflanzreihen oder in Drillfurchen vor dem Auspflanzen bzw. der Aussaat allein oder gemischt mit Erde, Kalk, Asche, Mineraldünger u. a., ohne oder mit ein- und zweimaliger Wiederholung in Zeitabständen von 7—10 Tagen. Bei trockner Witterung ist Erfolg weniger befriedigend.

Auf im Boden befindliche Puppen von *Rhagoletis cerasi*[4]) war gereinigtes (bis 490 g/qm) und Rohnaphthalin (70 g/qm) ohne jede Wirkung; mit Mengen von 200—250 g/qm konnte durch Ausstreuen unter die Bäume Verpuppung der Maden verhindert werden.

Die Bekämpfungsversuche gegen Larven von *Lepidoderma albohirtum*[5]) und *Popillia japonica*[6]) blieben bisher im Gegensatz zu solchen von *Anomala*, *Rhizotrogus* und *Melolontha*[7]) ohne praktische Bedeutung, obwohl es nach Lipp, der in besonderen Versuchen die abschreckende Wirkung auf *Popillia japonica* prüfte, nach Paradichlorbenzol am besten schützte. Bei oberflächlicher Ausstreuung oder Häufelung von Rohnaphthalin (300 kg/ha) werden bei Wiederholung im Abstand von etwa einer Woche die *Melolontha*-Weibchen von der Eiablage abgehalten. Das Verfahren ist auf Grasboden brauchbar, wenn das ausgestreute Naphthalin von Regen untergespült wird[8]).

δ) Erdöl (Petroleum, Kerosin, *crude petroleum, kerosene*)

Petroleum findet zur Reblausbekämpfung nur noch in der Schweiz Verwendung. In Deutschland[9]) hat es bis zur Vorherrschaft des Schwefelkohlenstoffes im großen Anwendung gefunden zur oberflächlichen Bebrausung der Reblausherde, zum Reinigen der Geräte, Schuhe und in Verbindung mit Schwefelkohlenstoff zum Angießen der Stümpfe abgeschlagener reblausverseuchter und reblausverdächtiger Reben. Später wurde es unter anderem durch Kresolseife und Saprosol ersetzt, nachdem sich auf Grund der Untersuchungen von Moritz eine nicht völlig befriedigende Wirkung auf Rebläuse und Reblauseier ergeben hatte. Da Petroleum sich wegen seiner geringen Oberflächenspannung im Boden stark ausbreitet und die Pflanzenreste für Rebläuse besiedlungsunfähig macht, ist es bei reichlicher Gabe für die oberflächlichen Entseuchungen dennoch brauchbar (Thiem und Kalandadze). Als Erstickungs- bzw. Kontaktgift zerstört Petroleum nur seßhafte Entwicklungszustände.

---

[1]) Müller, K. R., Über die Drehherzkrankheit des Kohles, verursacht durch die Gallmücke *Contarinia torquens*. Fortschr. Landw. **6**, 1931, 496.

[2]) Barnes, H. F., and Theobald, F. V., A new gall midge attacking *Arabis albida*. Jl. S. E. Agr. Coll. 1927, 54—55.

[3]) Collinge, W. E., 7. Ann. Rep. Jl. Land Agents' Soc. 1913, 1—24; Fulton, s. S. 189[6]).

[4]) Thiem, s. S. 160[7]), 59; Wiesmann, s. S. 160[7]), 321—322.

[5]) Jarvis, E., The life-history and control of insect affecting sugar-cane in North Queensl. Queensl. Agr. Jl. **21**, 1924, 28—33, 91—97 u. das. **24**, 1925, 219—223; Burns, s. S. 180[2]).

[6]) Fleming, s. S. 188[9]); Smith, Bull. **41** u. **45**, s. S. 192[5]); Lipp, s. S. 188[9]).

[7]) Romanovsky-Romanko, A., The treatment of an orchard. Mess. Gard. Fruit-Grow. a. Mark. Gard., Petrograd **56**, 1915, 748—775 u. **57**, 1916, 63, 73, 313, 364 u. 501; Guénaux, s. S. 201[1]); Theobald, s. S. 207[9]); Guyot, L., Maßnahmen gegen *Melolontha*. Jl. Agr. prat. **45**, 1926, 299—300; Marie, P., Utilisation de la naphthaline pour éloigner les hannetons femelles au moment de la ponte. Rev. Path. Vég. et Ent. Agr. **13**, 1926, 39—48; Löschnig, J., Bekämpfung der Engerlinge. Weinland 1932, 157—158; Faes, H., Staehelin, M., et Bovey, P., Les traitements effectués contre les parasites des acres fruitiers, insects et champignons, 1930 et 1931. Landw. Jb. Schweiz **46**, 1933, 71—72.

[8]) Kaysing, s. S. 165[8]) (hat versagt); Willaume, s. S. 194[2]), 29.

[9]) Moritz, J., Beobachtungen und Versuche, betr. d. Reblaus *Phylloxera vastatrix* und deren Bekämpfung. Arbeiten a. d. kaiserl. Gesundheitsamt **8**, 1893, 554; Ders., s. S. 205[2]), 1908; Thiem und Kalandadze, s. S. 207[9]).

Ausgezeichnete Ergebnisse berichtet Feytaud gegen *Leptinotarsa decemlineata*.[1]) Ferner hat sich Petroleum sehr bewährt zur Vernichtung der Puppen von *Perrisia pyri*[2]) sowie der oberflächlichen Nestanlagen von Termiten[3]) und Ameisen.

12. Teeröl

Teer und Teerfraktionen (*tar*, Kresot, *cresote*, Karbolineum einschließlich Obstbaumkarbolineum).

Teer wurde früher im Extinktivverfahren gegen Reblaus zwecks Vernichtung der Rebstümpfe verwendet.[4]) Zur radikalen Bodenentseuchung von *Leptinotarsa decemlineata* haben sich niedrig siedende Steinkohlenteerprodukte, wie Benzolvorlauf, Rohbenzol, Neutralöl roh und das Holzteeröldestillat Griftol, bewährt.[5]) Die meisten Anwendungsformen von Teerölen, Teerdestillaten, Kresot u. a. bestehen darin, daß diese in Mischung mit Erde, Kreide, Kalk, Gips, Sägespänen ausgestreut werden, und zwar entweder zwischen die Reihen gegen *Psila rosae*[6]), *Ceutorrhynchus pleurostigma*[7]), an die Basis der Kulturpflanzen gegen *Phorbia brassicae*[8]), oberflächlich eingedrillt gegen *Metaponia rubriceps*[9]) oder als Lösung direkt an die Bäume gegossen gegen Engerlinge.[10])

Im Gegensatz zu Staniland und Walton haben Cantoni und Schoyen gegen *Contarinia pyrivora* vor und nach Einbohren der Larven in den Boden schwere Teeröle vorteilhaft angewendet.[11]) Stärkere Teeremulsionen gaben auch ausgezeichnete Erfolge gegen Puppen von *Perrisia pyri*.[12])

Karbolineum wurde zur Hebung der Bodenfruchtbarkeit, zur Bekämpfung von Bodenschädlingen und Unkrautsamen vor allem von Hiltner[13]) in Form

---

[1]) Feytaud, J., Recherches sur le doryphore. Ann. Epiphyt. **18**, 1932, 97—220.

[2]) Miller, D., The pear leaf-curling midge. N. Z. Jl. Agr. **23**, 1921, 84—92.

[3]) Jepson u. a., Rep. 1929. Techn. Rep. 1929, Dep. Agr. Ceylon 1930, 25 S.; Ders., A note on the destruction of the nests of mound-building termites. Trop. Agricult. **76**, 1931, 67—69.

[4]) Denkschrift betr. Stand der Reblauskrankheit in Deutschland f. 1887, 38; Grassi, B., La lotta contro la fillossera nel Terramano 1901 al 1916. Boll. Minist. Agr. Ind. 15, 2. Ser. B., 1916, 69—135.

[5]) Hilgendorff und Trappmann, s. S. 206[5]); Hilgendorff, G., Über die für die Bekämpfung des Kartoffelkäfers zur Verfügung stehenden Teeröle. Nachrichtenbl. f. Deutsch. Pflanzenschutzdienst **5**, 1925, 26—29 (vgl. das. **7**, 1927, 4—5).

[6]) Smith, K. H., and Wadsworth, J. T., The carrot and onion flies. Fruit Grower (London) **51**, 1921, 575—578, 616—618.

[7]) Benlloch, M., La lucha contra la „potra" de las coles. Bol. Estac. Pat. Veg. **1**, 1926, 105—106.

[8]) Stookey, E. B., A new root maggot treatment. Jl. Ec. Ent. **12**, 1919, 219—220; Brittain, s. S. 170[12]), 1924 u. 1927; Miles, s. S. 207[7]); Gasow, s. S. 170[2]).

[9]) Jarvis, s. 199[3]).

[10]) Preuß, P., Bekämpfung von Thrips und Engerlingen in Kakaopflanzungen. Tropenpflanzer **27**, 1924, 170—171.

[11]) Cantoni, G., Die Birngallmücke, einer der gefährlichsten Obstbaumschädlinge. Anz. Schädlingskde. **5**, 1929, 153; Staniland and Walton, s. S. 181[5]); Schoyen, s. S. 162[6]).

[12]) Miller, s. [2]).

[13]) Hiltner, L., Über neuere Ergebnisse und Probleme auf dem Gebiete der landwirtschaftlichen Bakteriologie. Jahrb. f. angew. Bot. **5**, 1907, 200—222; Ders., Über die Verwendung des Karbolineums im Obst- und Weinbau und in der Landwirtschaft. Prakt. Bl. f. Pflanzenbau u. Pflanzenschutz **6**, 1908, 49, 61—64, 133.

von lockerem Humuskarbolineum empfohlen und von Loew[1]) u. a. gegenüber Schwefelkalk bevorzugt. Nach Popp[2]) versagt Humuskarbolineum, in der Nähe der Pflanzen untergebracht, bei Trockenheit, während es in feuchtem Boden den Ertrag steigert. Als Bodeninsektizid hat Obstbaumkarbolineum bisher vor allem gegen *Chortophila brassicae*[3]) und Maden und Puppen von *Rhagoletis cerasi*[4]) Bedeutung gewonnen.

b) Saat- und Pflanzgutentseuchung

Von Dr. E. Riehm, Direktor der Biologischen Reichsanstalt, Berlin-Dahlem

(Abgeschlossen Januar 1936)

Es gibt drei Wege, auf denen man von pilzlichen oder tierischen Kranheitserregern freies Pflanz- oder Saatgut erhalten kann. Der eine besteht in der Verwendung immuner Pflanzensorten; gegen alle Krankheiten und Schädlinge immune Sorten sind aber nicht bekannt. Man wird also nur in einzelnen Fällen das Auftreten gewisser Krankheiten oder Schädlinge durch Verwendung immuner Sorten verhindern können. Der zweite Weg besteht in der Gewinnung des Pflanz- oder Saatgutes aus einwandfreien, von Krankheitserregern freien Beständen. Dieser Weg verspricht keinen sicheren Erfolg; bietet doch selbst die Saatenanerkennung keine Gewähr für absolut gesundes Saat- oder Pflanzgut. Der dritte Weg endlich besteht in der Entseuchung des Saat- oder Pflanzgutes durch chemische oder physikalische Mittel. Bei Verwendung eines geeigneten Entseuchungsmittels hat man sichere Gewähr, von Krankheitskeimen freies Saat- oder Pflanzgut zu erhalten.

Ein geeignetes Entseuchungsmittel oder -verfahren muß die zu beseitigenden Krankheitserreger völlig unschädlich machen, ohne das Pflanzgut zu schädigen. Die Handhabung des Mittels oder Verfahrens soll für die damit Arbeitenden möglichst ungefährlich sein. Die Kosten für die Anwendung in der Praxis bestimmter Entseuchungsmittel müssen wirtschaftlich tragbar sein; nur für wissenschaftliche Arbeiten können auch kostspieligere Entseuchungsverfahren angewendet werden.[5]) Während es sich bei wissenschaftlichen Versuchen häufig darum handelt, sämtliche dem Saat- oder Pflanzgut anhaftende Keime zu vernichten[6]), dieses also vollkommen zu sterilisieren, ist der Zweck der Entseuchung im praktischen Pflanzenschutz der, Saat- oder Pflanzgut von den

---

[1]) Loew, s. S. 167[10]).

[2]) Popp, M., Über die Steigerung der Bodenerträge durch geeignete Bodendesinfektion. Landw. Jahrb. **55**, 1921, 549—579; Ders., Humuskarbolineum gegen Pflanzenschädlinge. Deutsche Landw. Zeitg. **65**, 1922, 67.

[3]) Lang, W., Vorsicht beim Anbau von Kraut- und Kohlarten. Württembg. Wochenbl. Landw. 1921, 178; Krasnyuk, s. S. 189[5]); Goffart, s. S. 189[5]), 62; Tomaszewski, Nitsche und Langenbuch, s. S. 170[2]), 283; Gasow, s. S. 170[2]).

[4]) Wiesmann, s. S. 160[7]), 326; Thiem, s. S. 160[7]), 59 u. S. 183[5]); Erfolgreiche Bekämpfung der Kirschfliege in Feldmeilen. Schweiz. Zeitschr. Obst- u. Weinbau **45**, 1936, 279—281.

[5]) Vgl. z. B. die Anwendung von Silbernitrat zum Beizen von Gerste. Zentralbl. f. Bakt. Abt. II, **28**, 1910, 492.

[6]) Verschiedene Desinfektionsmethoden finden sich bei Bokorny, Behandlung der Samen mit Giften usw. Biochem. Ztschr. **62**, 1914, 58.

Keimen bestimmter, gerade für die in Frage kommende Pflanzenart pathogener Organismen zu befreien.

Das Entseuchen der Getreidekörner von Brandpilzen, Fusarien und Helminthosporium wird bei uns allgemein als Saatgutbeizung bezeichnet. In ähnlicher Weise wie Getreide beizt man auch andere Sämereien, so z. B. die Samen von Gemüse, Zier- und Futterpflanzen, von Klee, Rüben usw. gegen die verschiedensten, mit dem Saatgut übertragbaren Krankheiten. Außer Sämereien beizt man auch Knollen (Kartoffeln, Gladiolen) und Zwiebeln (Küchenzwiebel, Hyazinthen, Tulpen usw.). Die Behandlung von Stecklingen (z. B. Reben, Hopfen) und ganzen Pflanzen wird dagegen als Entseuchen bezeichnet. Die Beizung von Knollen und Zwiebeln bezweckt ebenso wie die der Sämereien die Unschädlichmachung anhaftender pathogener Bakterien, Pilze oder Tiere. Die Behandlung von Saatgut zwecks Abtötung schädlicher Tiere bezeichnet man vielfach nicht als Beizung, sondern als Entseuchung oder Desinfektion.[1]) Ein besonderer Grund, verschiedene Bezeichnungen für dasselbe Verfahren zu wählen, je nachdem ob pflanzliche oder tierische Schädlinge beseitigt werden sollen, ist nicht einzusehen. In der amerikanischen Literatur findet man die Ausdrücke „seed treatment" und „seed disinfection" bald für die Bekämpfung parasitischer Pilze, bald für die Bekämpfung schädlicher Tiere. Auch in England wird die Behandlung von Weizen gegen *Tylenchus* genau wie das Beizen gegen Brandpilze als „seed treatment" bezeichnet.[2]) Hier soll die Entseuchung des Saatgutes als Beizung bezeichnet werden, gleichgültig, ob mit dem Verfahren Pilze oder Tiere abgetötet werden sollen. Wir bezeichnen mit dem Wort „Beizen" die chemische oder physikalische Behandlung von Saatgut (Sämereien, Knollen, Zwiebeln) zwecks Unschädlichmachung anhaftender bakterieller, pilzlicher oder tierischer Schädlinge oder zum Schutz der in den Boden gebrachten Saat vor Pilzen, Vögeln und Nagetieren. Wir unterscheiden α) chemische Beizverfahren und β) physikalische Beizverfahren und behandeln zunächst die wirtschaftlich wichtigste Entseuchung, das

1. Beizen des Getreides

α) Chemische Beizverfahren

a) Anwendung flüssiger Mittel. Bei der Anwendung flüssiger Beizmittel, dem sog. Naßbeizverfahren, kommt es darauf an, das Saatgut mit der Flüssigkeit so zu behandeln, daß die Oberfläche der einzelnen Körner mit der Beizflüssigkeit vollkommen benetzt wird und daß die Flüssigkeit auch in die Samenschale bzw. in die äußeren Schichten des Saatgutes eindringt, sofern die zu bekämpfenden Krankheitserreger nicht nur außen am Saatgut sitzen. Die Flüssigkeiten, die man zum Beizen verwendet, sind meist Lösungen; vereinzelt werden auch Suspensionen gebraucht. In diese Beizflüssigkeiten wird das Saatgut eine bestimmte Zeitlang (Beizdauer) eingetaucht (Tauchbeizverfahren). Bei einer anderen Form des Naßbeizverfahrens wird die Beizflüssigkeit in abgemessener Menge auf das Saatgut gesprengt und das Saatgut gründlich umgeschaufelt,

[1]) Vgl. Trappmann, Schädlingsbekämpfung, Leipzig 1927, S. 301.
[2]) Vgl. Martin, The scientific principles of plant protection, London 1928.

um eine gleichmäßige Benetzung aller Körner zu erzielen (Benetzungsverfahren). Besondere Abarten des Benetzungsverfahrens sind das Bekrustungsverfahren, bei dem das Getreide mit einer Kruste fungizider Stoffe umgeben wird, und das Kurznaßbeizverfahren, bei dem man nur sehr geringe Mengen verhältnismäßig konzentrierter Beizlösungen anwendet.

Tauchverfahren. Die gründlichste Benetzung des Getreides erreicht man durch das Tauchbeizverfahren, das außerdem den Vorteil bietet, daß während des Beizens mangelhaft ausgebildete Körner und Brandbutten abgeschöpft und entfernt werden können. Man hat diese Form der Tauchbeize auch Abschwemmverfahren genannt.[1]) Bei diesem besonders für die Bekämpfung von *Tilletia tritici* empfohlenen Verfahren wird das Saatgut in dünnem Strahl langsam in die Beizflüssigkeit geschüttet, die dabei beständig umzurühren ist. Die aufsteigenden Brandbutten werden entweder durch Zugießen von Beizflüssigkeit abgeschwemmt oder mit Hilfe eines Siebes bzw. Durchschlags abgeschöpft und dann vernichtet. Nach Ablauf der vorgeschriebenen Beizdauer wird die Flüssigkeit aus dem etwas erhöht aufgestellten Beizbehälter in ein tiefer stehendes Gefäß abgelassen und das gebeizte Saatgut dünn zum Trocknen ausgebreitet.

Bei dem gewöhnlichen Tauchbeizverfahren wird das Saatgut im Sack in die Beizflüssigkeit getaucht. Der Sack muß wiederholt hin- und herbewegt werden, um die Luft zwischen den Körnern zu entfernen und eine gleichmäßige Benetzung aller Körner zu erzielen. Nach dem Beizen wird der Sack herausgenommen; man läßt über dem Beizbehälter abtropfen und schüttet endlich das Getreide zum Trocknen aus.

Die Wirkung des Tauchbeizverfahrens hängt ab von der fungiziden Kraft des verwendeten Beizmittels, von der Konzentration, in der dieses Mittel zur Anwendung kommt, von der Temperatur der Beizflüssigkeit und von der Beizdauer.

Als Beizmittel hat man nach Hollrung[2]) in vorchristlicher Zeit Wein oder Urin verwendet, später Kochsalzlösung, Alkohol, Äther usw. Glauber empfahl zum Beizen des Getreides sein Glaubersalz, ohne allerdings eine allgemeingültige Beizvorschrift geben zu können.[3]) Während die Anwendung dieser Mittel jeder wissenschaftlichen Grundlage entbehrte, beruhte die Anwendung von Kupfervitriol auf der Entdeckung von Prevost, daß Brandsporen nicht mehr im Wasser keimten, das in einem kupfernen Kessel erhitzt worden war.[4]) Kühn[5]) hat das Beizen mit Kupfervitriol besonders eingeführt. Später wurde von Geuther[6]) als Beizmittel Formaldehyd empfohlen; in neuerer Zeit hat man vielfach

---

[1]) Vgl. Oberstein, Gedanken zur Steinbrandbeize. Ztschr. der Landwk. Schlesien **25**, 1921, 852.

[2]) Hollrung, Die krankhaften Zustände des Saatgutes, ihre Ursachen und Behebung, Berlin 1919. — Derselbe, Die Verhütung des Brandes durch die Saatkornbeize. Landw. Jahrb. **26**, 1897, 145.

[3]) Vgl. Lippmann, von, Zur Geschichte der Samenbeizung. Die Dtsch. Zuckerind. **55**, 1930, 556.

[4]) Vgl. Hollrung, Die krankhaften Zustände des Saatgutes. Berlin 1919, S. 228.

[5]) Kühn, Die Krankheiten der Kulturgewächse usw. Berlin 1859, S. 88.

[6]) Geuther, Über die Einwirkung von Formaldehydlösungen auf Getreidebrand. Ber. d. Pharmaz. Ges. **5**, 1895, 325.

quecksilberhaltige Beizmittel verwendet, nachdem Hiltner[1]) den Nachweis erbracht hatte, daß durch Beizen von Roggen mit Sublimatlösungen der Schneeschimmel *(Fusarium nivale)* bekämpft werden kann. Sublimat ist zwar schon viel früher von Kellermann und Swingle[2]) versuchsweise gegen *Tilletia* angewendet worden, aber in so hohen Konzentrationen, daß die Keimfähigkeit des Weizens fast ganz zerstört wurde.

Über die zahlreichen chemischen Verbindungen (Natriumthiosulfat, Kaliumbichromat, Zinksulfat, Kupferchlorür, Kupfernitrat, Kupferazetat, Salizylsäure[3]), Karbolsäure, Lysol, Pikrinsäure, Chinosol, Perocid, Terpentin, Schwefelsäure, Salzsäure, Essigsäure, Kali- und Natronlauge, Arsenverbindungen usw.) findet man u. a. Angaben bei Hollrung[4]), Lehmann[5]) und Plaut[6]). Zum Schutz gegen Vogelfraß beizt man mit Teerpräparaten oder mit Farbstoffen, denen Aloe zugesetzt wird.[7])

Die Temperatur der Beizlösung ist insofern von Bedeutung, als sehr kalte Beizlösungen eine geringe fungizide Wirkung haben; es wird daher empfohlen, Lösungen von über 5° C anzuwenden.[8]) Erwärmte Beizlösungen wirken stärker fungizid.[9]) Man hat deshalb zur Ersparung der Kosten für die Beizmittel verdünntere Lösungen von 40° C angewendet und hiermit denselben Erfolg erzielt wie mit konzentrierteren Lösungen von etwa 10° C.[6]) Bei einstündiger Beizdauer wählt man am besten eine Temperatur von 35 bis 40° C.[10]) Die Anwendung erwärmter Beizlösungen ist aber nur dort lohnend, wo geeignete Wärmequellen ohnehin zur Verfügung stehen.

Die Beizdauer muß je nach der fungiziden Kraft des Beizmittels und der Temperatur der Lösung verschieden gewählt werden. Während Kühn noch eine Beizdauer von 14 Stunden vorschrieb, werden die modernen Beizmittel meist nur in halbstündiger oder noch kürzerer Beizdauer angewendet. Man gibt Beizmitteln, die bei kurzer Beizdauer wirken, den Vorzug, weil das Saatgut dann nicht so stark Wasser aufnimmt und deshalb leichter zurückgetrocknet werden kann. Lundegardh[11]) stellte fest, daß eine zu kurze Beizdauer schädlicher wirken kann als eine längere. Es ist selbstverständlich, daß die Wirkung der Beizflüssig-

---

[1]) Hiltner, Aufruf zur Beizung des Saatgutes. Wochenbl. d. landw. Ver. i. Bay. **100**, 1910, 1059 und Hiltner und Ihssen, Über das schlechte Auflaufen und die Auswinterung des Getreides usw. Landw. Jahrb. in Bay. **1**, 1911, 323.

[2]) Kellermann and Swingle, Preliminary Experiments with Fungicides etc. Kansas St. Agric. Coll. Exp. St., Bull. **12**, 1890.

[3]) Vgl. die Arbeiten von Hermann und Neiger in Beihefte Bot. Zentralbl. Abt. A. **52**, 1934, 577 und Zentralbl. Bakt. Abt. II, **90**, 1934, 258.

[4]) Hollrung, Die krankhaften Zustände des Saatgutes. Berlin 1919, S. 271.

[5]) Lehmann und Aichele, Keimungspsychologie der Gräser. 1931, S. 327.

[6]) Die Wirkung von warmen Beizmitteln und Versuche zur Stimulation. Angew. Bot. **7**, 1925, 153 und Beiz- und Stimulationsversuche. Ztschr. f. Pflanzenkr. **36**, 1926, 321.

[7]) Schwartz, Saatenschutz gegen Krähen. Mitt. der Biol. Reichsanst. **8**, 1909, 35.

[8]) Lang, Die Bedeutung der Temperatur beim Beizen. Nachrichtenbl. f. d. D. Pfl. D. **5**, 1925, 29.

[9]) Herzberg, Dissertation 1895, zit. nach Hollrung, Berlin 1919, S. 231.

[10]) Nagel, Über die Einwirkung höherer Temperatur usw. Angew. Bot. **7**, 1925, 304.

[11]) Lundegardh, Studien über die Wirkung der pflanzenpath. Beizmittel. Biol. Zentralbl. **44**, 1924, 465.

keit nicht aufhört, wenn das Saatgut aus der Lösung entfernt wird. Während des Trocknens wird die dem Saatgut anhaftende Beizlösung allmählich konzentrierter und wirkt noch weiter ein. Infolgedessen kann auch die Art der Trocknung die Beizwirkung weiter beeinflussen, insofern als bei schneller Trocknung die Beizdauer kürzer ist als bei langsamer Trocknung. Zur Abkürzung des Trocknungsprozesses hat man schon im 18. Jahrhundert in England den in Salzlösung gebeizten Weizen mit gesiebtem gelöschtem Kalk gemischt.[1]) Dieses Verfahren, bei welchem der Ätzkalk „in erster Linie als Trocknungsmittel" verwendet wird, ist im Jahre 1926 patentiert worden.[2]) Dem Kalk können nach diesem Patent noch Fungizide oder Stimulantien zugesetzt werden.

Die Wirkung eines Naßbeizmittels beschränkt sich aber nicht nur auf die Zeit der Beizung und Trocknung; auch während des Lagerns des gebeizten Saatgutes kann eine Wirkung eintreten und ebenso nach der Aussaat im Boden. Gaßner[3]) hat die Wirkung im Boden als „sekundäre Beizwirkung" bezeichnet, die Wirkung während des Beizens und Trocknens als „primäre Beizwirkung". Die Wirkung während der Lagerung nennt Hiltner „Lagerbeizwirkung".[4]) Bei der Anwendung des Tauchbeizverfahrens kommt besonders die primäre Beizwirkung zur Geltung; die sekundäre äußert sich bei einigen quecksilberhaltigen Präparaten in einem gewissen Schutz vor einer Nachinfektion. Um das Getreide möglichst nachhaltig zu schützen, hat man vorgeschlagen, der Beizlösung Kolloide (Eiweiß, Leim, Gelatine, Kasein) zuzusetzen und das gebeizte Getreide dann in eine zweite Lösung einzutauchen, die das Kolloidsol in ein Gel verwandelt. Man soll z. B. mit $\frac{1}{2}$% $CaSO_4$ beizen, dem $\frac{1}{4}$—1% Leim zugesetzt ist, dann wird das Getreide in eine $\frac{1}{4}$%ige Tanninlösung gebracht. An Stelle der Leim-Tannathaut kann man auch eine Leim-Chromathaut erzielen.[5])

Eine Lagerbeizwirkung ist beim Formaldehyd zu beobachten; beim langsamen Trocknen des mit Formaldehyd gebeizten Getreides bildet sich Paraformaldehyd, und dieser wirkt während der Lagerung des gebeizten Getreides. Diese Lagerbeizwirkung äußert sich darin, daß die Keimfähigkeit des Getreides während der Lagerung abnimmt.[6]) Die Wirkung der Beizmittel, sei es primäre Lagerbeizwirkung oder sekundäre, erstreckt sich auf den Schädling, der bekämpft werden soll, und auf das gebeizte Saatgut.

Die Wirkung auf den Pilz kann darin bestehen, daß dieser abgetötet wird, oder darin, daß die Keimung der Pilzsporen verhindert oder verzögert wird. Nur im ersten Falle ist die beim Beizen bezweckte Unschädlichmachung des Krankheitserregers sicher erreicht. Wird die Keimung der Brandsporen nur verhindert, wie z. B. die Keimung von *Tilletia tritici* durch Beizen mit Kupfer-

---

[1]) Vgl. Schulthess, Vorschlag einiger durch die Erfahrung bewährter Hilfsmittel gegen den Brand im Korn. Abh. d. Naturf. Ges. in Zürich **1**, 1761, 497.

[2]) D. R. P. 430647, Klasse 45 l. Ausgegeben 18. 6. 1926.

[3]) Gaßner, Über primäre und sekundäre Beizwirkung. Angewandte Botanik **9**, 1927, 66.

[4]) Hiltner, Über die Beizwirkung von Trockenbeizmitteln während der Lagerung gebeizten Getreides (Lagerbeizwirkung). Angewandte Botanik **12**, 1930, 352.

[5]) D. R. P. 500855, Klasse 45 l.

[6]) Vgl. Hurd, Injury to seed wheat resulting from drying after disinfection with formaldehyde. Jl. of Agric. Res. **20**, 1920, 209.

vitriol, so können die Sporen reaktiviert werden. Hecke[1]) gelang es, mit Kupfervitriol gebeizte Sporen von *Ustilago panici milacei*, die nicht mehr keimfähig waren, durch Auswaschen mit verdünnten Säuren wieder keimfähig zu machen. Es ist daher verständlich, daß das Beizen mit Kupfervitriol keinen sicheren Schutz bietet, wenn in saurem Boden durch Regengüsse das adsorbierte Cu aus den Sporen ausgewaschen wird. Nähere Untersuchungen über die Adsorption des Cu durch Brandsporen haben Bodnár und Terenyi[2]) ausgeführt. In den Fällen, in denen die Keimung der Sporen durch die Beizung verzögert wird, kann praktisch Brandfreiheit erzielt werden, wenn die Sporen erst nach 10 Tagen keimen; wird die Sporenkeimung nur um 5 Tage verzögert, so tritt noch ein gewisser Brandbefall auf.[3])

Die Wirkung der Beizmittel auf die Keimung des Getreides kann fördernd und hemmend sein. Wenn auch in vielen Veröffentlichungen, in denen eine Keimförderung von Getreide durch Naßbeizmittel behauptet wird, der Beweis für diese Behauptung nicht einwandfrei erbracht ist, weil eine Kontrollbehandlung mit Wasser nicht ausgeführt, das fördernde Moment der Quellung also außer acht gelassen wurde, so besteht doch kaum ein Zweifel, daß die Keimung von Getreide durch einzelne Beizmittel beschleunigt werden kann.[3]) Von einer Stimulation im Sinne Popoffs ist aber bei den Beizmitteln keine Rede.[4])

Schädigungen der Keimfähigkeit des Getreides sind häufig nach dem Beizen mit Kupfervitriol oder Formaldehyd beobachtet worden. Wenn Kühn[5]) selbst nach 12stündiger Einwirkung von 0,5% $CuSO_4$ keine Keimschädigung feststellen konnte, so liegt dies einmal daran, daß er keinen mit Maschinen gedroschenen Weizen verwendete, daß also sein Weizen verhältnismäßig wenig Verletzungen aufwies, außerdem sind Landweizen, wie sie Kühn verwendete, weniger empfindlich als Squarehead-Weizen.[6]) Kühn hat übrigens später sicher auch Keimschädigungen durch Kupfervitriolbeize festgestellt, sonst würde er sein Verfahren nicht durch eine Kalknachbehandlung (siehe unten) abgeändert haben. Mit zunehmender Konzentration wächst die schädigende Wirkung der Kupfersulfatlösung. Bei gleicher Konzentration ist die Schädigung stärker bei Anwendung einer größeren Menge der Beizlösung.[7]) Keine Schädigung durch $CuSO_4$ tritt

[1]) Hecke, Beizversuche zur Verhütung des Hirsebrandes. Ztschr. Landw. Versuchswesen Österr. **5**, 1902, 947.

[2]) Bodnár und Terenyi, Biochemie der Brandkrankheiten des Getreides. Hoppe Seylers Ztschr. f. physiol. Chemie **163**, 1927, 73 und **186**, 1930, 157.

[3]) Gassner, Biologische Grundlagen der Prüfung von Beizmitteln zur Steinbrandbekämpfung. Arb. aus der Biolog. Reichsanstalt **11**, 1923, 346.

[3]) Vgl. z. B. Schütz, Einwirkung von Beizmitteln auf Keimung und Triebkraft des Weizens. Botanisches Archiv **33**, 1931, 199.

[5]) Sampson and Davies, Germination and early growth of wheat etc. Annals Appl. Biology **15**, 1928, 408.

[6]) Kühn, Die Anwendung des Kupfervitriols als Schutzmittel gegen den Steinbrand des Weizens. Bot. Ztg. **31**, 1873, 502.

[7]) Molz und Müller, Über die „Tieftemperaturprüfung" des gebeizten Saatgutes. Pflanzenbau **2**, 1925/26, 185.

[8]) Neuweiler, Einfluß der Konzentration und Menge von Kupfervitriollösungen auf die Keimfähigkeit von Weizen. Landw. Jahrb. **42**, 1928, 271.

bei richtiger Benetzungsbeize ein; hierauf wird weiter unten eingegangen werden.

Während völlig unversehrte Getreidekörner gegenüber vielen Chemikalien durch ihre semipermeable Membran geschützt sind[1]), zeigen sich bei Getreidekörnern, deren Schale Verletzungen aufweist, leicht Schädigungen, besonders wenn diese Verletzungen über dem Keimling liegen. Mit Maschinen gedroschenes Getreide ist daher beizempfindlicher als handgedroschenes.[2]) Verletzungen über dem Endosperm sind bei kurzer Beizdauer belanglos; liegt aber die Verletzung der Schale über dem Embryo, so wird die Keimung schon durch eine 3—5 Minuten währende Behandlung mit 2,5%igem $CuSO_4$ geschädigt.[3]) Sehr trocken geerntetes Saatgut weist mehr Verletzungen auf als Getreide, das mit normalem Wassergehalt geerntet ist; infolgedessen ist die Beizempfindlichkeit einzelner Getreidesorten in verschiedenen Jahren verschieden. Zahl und Lage der Verletzungen an Getreidekörnern lassen sich leicht durch Einlegen der Körner in 0,4%igem Eosin nachweisen.[4]) Die Keimschäden äußern sich in einer Keimverzögerung, in einer Schwächung der Pflanzen, die an dem verminderten Trockengewicht zu erkennen ist, oder sie bestehen in besonders schweren Fällen in völliger Unterdrückung der Keimung; sehr häufig ist besonders die Wurzelbildung gehemmt, weil beim Maschinendrusch Schalenverletzungen über der Radicula besonders häufig sind.

Zur Verhinderung von Keimschäden durch $CuSO_4$ oder Formaldehyd hat man versucht, die Einwirkungszeit dieser Mittel dadurch abzukürzen, daß man z. B. den mit Kupfervitriol gebeizten Weizen in Kalkmilch tauchte oder das mit Formaldehyd gebeizte Getreide, so wie es schon Geuther vorschrieb, mit verdünntem Ammoniak behandelte oder mit Wasser abspülte[5]) oder endlich in Wasser auslaugte.[6]) Durch die von Dreisch[7]) eingeführte Nachspülung des gekupferten Getreides mit Kalkmilch wird das Kupfervitriol sofort gebunden, so daß die Keimschädigungen vermieden oder doch stark gemildert werden, ohne daß die fungizide Wirkung leidet. Nach Hollrung[8]) hat Reynolds durch $\frac{1}{4}$stündiges Vorquellen von Weizen die schädigende Wirkung von 0,25%igem $CuSO_4$ vermindert, ohne die fungizide Wirkung abzuschwächen. Die keimschädigende

[1]) Schröder, Die Widerstandsfähigkeit des Weizen- und Gerstenkornes gegen Gifte usw. Zentralbl. f. Bakt. Abt. II, **28**, 1910, 492. Vgl. auch Niethammer, Ztschr. Pflanzenkr. **40**, 1930, 44.

[2]) Tubeuf, v., Studien über die Brandkrankheiten des Getreides und ihre Bekämpfung. Arb. aus der Biolog. Reichsanstalt **2**, 1902, 179 und Volkart, Die Bekämpfung des Steinbrandes des Weizens und des Korns. Landw. Jahrb. Schweiz **20**, 1906, 445.

[3]) Hurd, Seed-coat injury and viability of seeds of wheat and barley etc. Jl. Agric. Res. **21**, 1921, 99.

[4]) Walldén, Tröskskada å hvete och råg samt dess inflytande på etc. Sver. utsäd. Tidskr., 1916, 24.

[5]) Tubeuf, v., Anm. 2, und Müller und Molz, Über das Nachspülverfahren bei der Formaldehydbeize. Dtsche. Landw. Presse **47**, 1920, 275.

[6]) Zade, Ein neues Verfahren zur Bekämpfung des Weizensteinbrandes. Dtsche. Landw. Presse **47**, 1920, 204 und 319.

[7]) Vgl. Hollrung, Die krankhaften Zustände des Saatgutes. Berlin 1919, S. 251.

[8]) Hollrung, Die krankhaften Zustände des Saatgutes. Berlin 1919, S. 257.

Wirkung des Formaldehyds kann durch Abspülen oder Auslaugen in Wasser vermindert werden[1]), sofern nur eine 0,1%ige Beizlösung angewendet wird. Das Waschen mit Formaldehyd gebeizten Getreides muß unmittelbar nach dem Beizen vorgenommen werden, nicht, wie Mc Alpine[2]) empfohlen hatte, erst vor der Aussaat. Mc Alpine hatte fälschlich angenommen, daß die Schädigung des Formaldehyds auf einer Verhärtung der Samenschale beruhe; durch Quellen des Samens wollte er dem Keimling ermöglichen, die Schale zu durchbrechen. Darnell Smith hat aber gezeigt, daß die Schädigung durch Bildung von Paraformaldehyd beim Eintrocknen der Beizlösung am Korn entsteht.[3]) Unmittelbar nach dem Beizen gesäter Weizen oder sehr schnell getrockneter Weizen, bei dem infolge der raschen Verdunstung keine längere Einwirkung des Paraformaldehyds eingetreten war, zeigte bei Hurds Versuchen[3]) keine Schädigung. Bei langsamer Trocknung zeigen sich dagegen starke Keimschäden.[4]) Ein Verfahren, die Verdunstung des Formaldehyds durch Erhitzen zu beschleunigen, war schon 1904 patentiert.[5]) Man hat auch versucht, durch Vorweichen des Kornes in Wasser die Wirkung der dann folgenden Formaldehydbeize auf die Keimfähigkeit des Getreides abzuschwächen. Braun[6]) tauchte den Weizen 10 Minuten lang in Wasser und ließ ihn dann 5½ Stunde liegen, bevor er mit Formaldehyd beizte. Der so behandelte Weizen wurde nicht geschädigt, es fehlt aber der Nachweis, daß dies Verfahren gegen *Tilletia* genügend wirksam ist.

Bei den Versuchen, im Laboratorium die Wirkung von Beizmitteln auf die Keimfähigkeit nachzuweisen, hat sich gezeigt, daß die Temperatur, bei der die Keimversuche angestellt werden, von größter Bedeutung ist. Schädigungen durch Formaldehyd treten nicht zutage, wenn die Keimung bei Zimmertemperatur ausgeführt wird, zeigen sich aber deutlich bei 4—7° C; hierauf hat zuerst Lang in einem Vortrag im Jahre 1924 hingewiesen.[7]) Umgekehrt tritt die keimschädigende Wirkung einiger Quecksilberbeizmittel mehr bei hohen als bei niederen Temperaturen zutage[7]); bei anderen Hg-Präparaten zeigen sich Beizschäden besonders bei niedrigen Temperaturen.[8])

Die schädigende Wirkung von Beizmitteln kann auch darin zum Ausdruck kommen, daß die schwächlichen Pflanzen weniger winterhart sind.[9])

---

[1]) Müller und Molz, Anm. 5, S. 216, und Henning, Om betning mod stinkbrand etc. Zentralanstalten Medd. 231, Avd. Landbruksbot. Nr. 24, 1922.

[2]) Effect of formalin and blue stone on the germination of seed wheat. Agric. Gaz. N. S. Wales. May 1906, Sonderdruck.

[3]) Vgl. Hurd, Injury to seed wheat etc. Journ. Agric. Res. **20**, 1920, 209.

[4]) Vgl. Volkart, Anm. 2, S. 216.

[5]) R. D. P. Nr. 153 594, Klasse 451 nach Chem. Zentralblatt **2**, 1904, 802.

[6]) Braun, Effect of delayed planting on germination of seed wheat treated with formalin. Phytopath. **12**, 1922, 173.

[7]) Vgl. Gassner, Die Feststellung der Schädigung des Saatgutes durch Beizmittel. Ztschr. f. Pflanzenkrankheiten **36**, 1926, 25

[8]) Schütz, Über die Einwirkung von Beizmitteln auf Keimung usw. Bot. Archiv **33**, 1931, 199.

[9]) Neuweiler, Die Bekämpfung von Getreidekrankheiten durch Beizen. Landw. Jahrb. der Schweiz **42**, 1928, 295.

Bei der praktischen Durchführung des Tauchbeizverfahrens erhebt sich die Frage, ob dieselbe Beizlösung wiederholt hintereinander verwendet werden kann. Müller und Molz[1]), die zuerst Versuche zur Lösung dieser Frage ausführten, fanden, daß Formaldehydlösung auch noch bei der 18. Benutzung wirksam ist, wenn der Verlust der Beizlösung durch Zusatz gleichstarker Formaldehydlösung ersetzt wird. Für Quecksilberbeizmittel trifft dies aber nicht zu. Laibach[2]) zeigte, daß ein Teil des Beizmittels von dem Getreide adsorbiert wird, so daß die Beizlösung an Wirksamkeit verliert, wenn man nicht die verbrauchte Beizflüssigkeit durch stärker konzentrierte Lösungen ersetzt. Auf Grund biologischer Versuche empfiehlt Gaßner[3]) als Konzentration der Nachfüllösung die zu wählen, die für das betreffende Beizmittel zur Benetzungsbeize vorgeschrieben wird. Krauß[4]) und Hilgendorff[5]) haben den Rückgang des Quecksilbergehalts einer Beizlösung bei wiederholter Benutzung durch chemische Untersuchung bestimmt; die einzelnen Beizmittel verhielten sich dabei etwas verschieden. Für den Landwirt genügt es im allgemeinen, die verbrauchte Beizlösung durch eine Lösung von doppelter Konzentration zu ersetzen. Großbetriebe, die in Naßbeizgeräten beizen, werden gut tun, für ihren Betrieb die geeignete Nachfüllkonzentration genau zu ermitteln.[6])

Benetzungsverfahren. Beim Benetzungsverfahren sucht man die Anfeuchtung des Saatgutes nicht durch Eintauchen, sondern durch Besprengen mit einer bestimmten, verhältnismäßig geringen Menge von Beizflüssigkeit zu erreichen, damit das Saatgut schneller saatfertig wird als beim Tauchverfahren. Um die zur Abtötung der Pilze erforderliche Menge von Fungiziden auf das Saatgut zu bringen, muß man konzentriertere Lösungen anwenden, und zwar um so konzentrierter, je geringer die Flüssigkeitsmenge ist, die zur Anwendung kommt. Bei Anwendung sehr geringer Flüssigkeitsmengen ist es schwierig, sämtliche Körner gleichmäßig zu benetzen.

Bei dem in Deutschland üblichen gewöhnlichen Benetzungsverfahren verwendet man auf 1 dz Weizen oder Roggen 10 l, auf 1 dz Gerste etwa 12 l, auf 1 dz Hafer etwa 15 l Beizflüssigkeit. Die Flüssigkeit wird mit Hilfe von Gießkannen langsam über das Getreide gebraust; dabei ist das Saatgut beständig umzuschaufeln. In gleicher Weise verfährt man auch in Holland, wo man aber auf 1 dz Weizen nur etwa 3 l Kupfervitriollösung verwendet. Eine gleichmäßige Benetzung des Getreides mit so geringen Flüssigkeitsmengen ist recht schwierig, wenn man nicht besondere Beizvorrichtungen verwendet (vgl. den Abschnitt über Beiz-

---

[1]) Müller und Molz, Versuche zur Bekämpfung des Steinbrandes bei dem Winterweizen usw. Fühlings Landw. Ztg. **63**, 1914, 742.

[2]) Laibach, Über die Verwendbarkeit einiger Cyanverbindungen als Beizmittel. Fühlings Landw. Ztg. **71**, 1922, 28.

[3]) Gassner, Die Verwendung von Quecksilberbeizmitteln in der wiederholten Tauchbeize (Kettenbeize). Ztschr. f. Pflanzenkrankh. **35**, 1925, 1.

[4]) Krauss, Nachdosierung von quecksilberhaltigen Beizmitteln für Getreide. Ztschr. f. angew. Chemie **38**, 1925, 1088.

[5]) Hilgendorff, Über die Verwendung einiger Quecksilberbeizmittel in der wiederholten Tauchbeize. Ztschr. f. angew. Chemie **39**, 1926, 377.

[6]) Vgl. Hilgendorff, Anm. 5.

geräte). Die in Deutschland zuerst von Gaßner[1]) ausgeführte Benetzung mit ganz geringen Flüssigkeitsmengen hat man „Kurznaßbeizverfahren" genannt.[2]) In den Vereinigten Staaten nennt man eine Benetzung mit Formaldehyd, bei der nur 0,065 l 40%iger Formaldehydlösung oder 0,130 l 20%iger auf 1 dz kommen, „trockene Formaldehydbeize".[3])

Die Beizdauer ist bei der Benetzungsbeize mit der Zeit identisch, die zum Trocknen des Saatgutes erforderlich ist. Zur Erzielung des beabsichtigten Erfolges muß das Saatgut unmittelbar nach der Benetzung mit feuchten Säcken, Planen oder dergleichen bedeckt werden, damit die Beizdauer verlängert wird. Im allgemeinen hält man das Saatgut eine Stunde lang bedeckt, bei einigen Beizmitteln ist auch eine längere Beizdauer vorgeschrieben.

Für das Benetzungsverfahren verwendet man im allgemeinen dieselben Beizmittel wie für das Tauchverfahren, allerdings in stärkerer Konzentration. Bei einigen Mitteln ist die Konzentration besonders hoch zu wählen, weil der wirksame Bestandteil sehr stark von den Getreidekörnern adsorbiert und dadurch wirkungslos gemacht wird.[4]) Diese Adsorptionsvorgänge kommen beim Tauchverfahren nicht so zum Ausdruck, weil bei diesem Verfahren größere Flüssigkeitsmengen vorhanden sind, so daß trotz der Adsorption eines Teiles der wirksamen Substanz für die fungizide Wirkung noch genügend in Lösung bleibt.

Die fungizide Wirkung der Beizflüssigkeit kann auch beim Benetzungsverfahren durch die Temperatur beeinflußt werden. Das von Nagel[5]) versuchsweise angewendete Verfahren, bei dem der benetzte Weizen bei 40° C getrocknet wurde, hat sich in die Praxis nicht eingeführt. Im allgemeinen ist die Wirkung des Benetzungsverfahrens nicht so sicher wie die des Tauchverfahrens[6]), weil nur bei großer Sorgfalt eine vollkommene Benetzung aller Körner zu erreichen ist. Hierauf haben schon Tessier[7]) und später Kühn[8]) hingewiesen. Versuche zur Erhöhung der Benetzungsfähigkeit von Beizlösungen sind nur vereinzelt durchgeführt. Müller und Molz[9]) erzielten durch Zusatz von 3% Leinölschmierseife zu einer 0,1%igen Formaldehydlösung eine bessere Wirkung als ohne diesen Zusatz. Gaßner[10]) erhöhte die Benetzungsfähigkeit von Quecksilberverbindungen, indem er sie in Emulsionen anwandte, die mit Hilfe von Wollfettderivaten hergestellt waren.

---

[1]) Gassner, Benetzungsbeize mit geringen Flüssigkeitsmengen. Angew. Bot. **9**, 1927, 1 und Verbesserungsmöglichkeiten der Benetzungsbeize. Dtsche. Landw. Presse **54**, 1927, 159.

[2]) Winkelmann, Das Kurznaßbeizverfahren. Illustr. Landw. Ztg. **49**, 1929, 388 und Riehm, Das Kurznaßbeizverfahren. Dtsche. landw. Presse **56**, 1929, 485.

[3]) Howitt and Stone, Experiments with Haskells method or the so-called dry formaldehyde treatment etc. Phytopathology **12**, 1922, 35.

[4]) Vgl. Gassner, Biologische Grundlagen der Prüfung von Beizmitteln zur Steinbrandbekämpfung. Arb. aus der Biolog. Reichsanstalt **11**, 1923, 365.

[5]) Nagel, Über die Einwirkung höherer Temperaturen während und nach einer Beize mit verschiedenen Beizmitteln. Angewandte Botanik **7**, 1925, 304.

[6]) Vgl. Merkblatt Nr. 7 des Deutschen Pflanzenschutzdienstes, 11. Aufl., 1935.

[7]) Tessier, Traité des maladies des grains, Paris 1783.

[8]) Kühn, Die Krankheiten der Kulturgewächse, Berlin 1859, S. 88.

[9]) Müller und Molz, Über den Steinbrand des Weizens. Fühlings Landw. Ztg. **63**, 1914, 204.

[10]) Gassner, Benetzungsbeize mit geringen Flüssigkeitsmengen. Angew. Botanik **9**, 1927, 1.

Bei richtiger Ausführung bietet das Benetzungsverfahren zwar keinen sicheren, aber doch einen gewissen Schutz gegen Nachinfektion. Für Weizen, der noch Brandbutten enthält, ist daher die Benetzungsbeize mit Formaldehyd oder quecksilberhaltigen Präparaten nicht zu empfehlen. Nur eine besondere Form der Benetzungsbeize, das sog. Bekrustungs- oder Kandierungsverfahren, bei welchem der Weizen mit Bordeauxbrühe besprengt wird, bietet einen genügenden Schutz gegen Nachinfektion.[1]) Daß man eine Bekrustung des Saatgutes auch mit Hilfe des Tauchbeizverfahrens versucht hat, ist bereits oben gesagt (vgl. S. 214). Fischer und Scharrer[2]) versuchten eine Bekrustung dadurch zu erreichen, daß sie Fungizide in Flüssigkeiten von niedrigem Siedepunkt lösten und diese Lösungen mit dem Getreide zusammenbrachten. Bisher liegen aber nur die Ergebnisse von Laboratoriumsversuchen vor.

Für die Wirkung der im Benetzungsverfahren angewendeten Mittel auf die Keimfähigkeit des Getreides gilt im allgemeinen dasselbe, was beim Tauchbeizverfahren gesagt ist (vgl. S. 215). Eine gewisse Bedeutung kommt der Menge der Beizflüssigkeit zu, die man anwendet. In Holland[3]) ist festgestellt worden, daß die Keimfähigkeit von Weizen nicht leidet, wenn man 100 kg mit etwa 3 l einer 8—10%igen Lösung von $CuSO_4$ benetzt. Verwendet man mehr Lösung, so tritt selbst dann eine Schädigung ein, wenn man nur die Wassermengen, nicht die Kupfervitriolmenge vermehrt. Die konzentriertere Lösung in geringer Menge ist also weniger gefährlich als die verdünntere Lösung in entsprechend größeren Mengen oder mit anderen Worten, die gleiche Menge $CuSO_4$ wirkt schädlich, wenn sie in größeren Mengen Wassers aufgelöst wird, beeinträchtigt die Keimfähigkeit aber nicht, wenn sie in konzentrierter Form zur Anwendung kommt. Lundegardh[4]) hat diese eigenartige Erscheinung untersucht und gefunden, daß die Adsorption des Cu periodisch erfolgt. Sehr kleine Cu-Mengen wirken hemmend auf die Keimung, etwas größere fördernd, noch größere hemmend usw.

Eine wiederholte Benetzung[5]) (fraktioniertes Verfahren) hat sich nicht eingeführt, wahrscheinlich, weil das Getreide dabei zu feucht wird und leicht in der Keimfähigkeit leidet.[6])

b) Anwendung trockener Mittel. Die Anwendung trockener, pulverförmiger Mittel hat man Trockenbeizverfahren[7]) oder auch zum Unterschied von den ebenfalls trockenen Gasbeizverfahren Staubbeize[8]) genannt. Bei dem Trocken-

---

[1]) Vgl. Tubeuf, v., Weitere Beiträge zur Kenntnis der Brandkrankheiten des Getreides und ihre Bekämpfung. Arb. aus der Biolog. Reichsanstalt **2**, 1902, 437.

[2]) Fischer und Scharrer, Saatgutbeize mit nichtwässerigen Lösungen. Fortschr. d. Landw. **1**, 1926, 288.

[3]) Quanjer en Botjes, Nederlandsche onderzockingen over de bestrijding etc. Meded. Rijks Hoogen Land-, Tuin- en Boschbouwsh. **8**, 1915, 129.

[4]) Lundegardh, Studien über die Wirkung der Beizmittel. Biol. Zentralbl. **44**, 1924, 465.

[5]) Englisch, Getreidebeizversuche im Benetzungsverfahren. Dtsche. Landw. Presse **54**, 1927, 532.

[6]) Sessous, Über die Möglichkeit der Getreidebrandbekämpfung usw. Ebenda **53**, 1926, 58. 222.

[7]) Hollrung, Die krankhaften Zustände usw., Berlin 1919, S. 234.

[8]) Kern, Erfahrungen mit der Staub- oder Trockenbeize in Ungarn in den Jahren 1921 bis 1924. Angewandte Botanik **7**, 1925, 19.

beizverfahren kommt es darauf an, das Saatgut mit staubfeinem Pulver nicht nur zu mischen oder einzupudern, sondern dieses Pulver so an die Körner anzureiben[1]), daß es auch bei Erschütterungen, wie sie beim Einfüllen in die Säcke und beim Drillen unvermeidlich sind, am Korn haften bleibt. Erfolgreiche Versuche, dies Verfahren durch einfaches Umschaufeln des Getreides mit den Trockenbeizpulvern auszuführen, wie es in einer Patentschrift[2]) beschrieben wurde, liegen noch nicht vor. Am besten erzielt man das Anreiben des Pulvers in staubdicht schließenden Beizbehältern (vgl. den Abschnitt über Beizgeräte). Der Gedanke, das Saatgut über „Beizsteine" gleiten zu lassen, die aus stark abnutzbaren mit Trockenbeizmitteln durchsetzten Stoffen (z. B. Gips) bestehen, und aus denen die Körner den notwendigen Beizstoff herausscheuern, ist patentiert worden[3]); es ist aber nicht vorstellbar, wie man auf diesem Wege eine genaue Dosierung und eine gleichmäßige Einreibung aller Körner erreichen soll.

Neben dem eigentlichen Trockenbeizverfahren, bei dem trockenes Getreide mit trockenem Pulver behandelt wird, hat man Verfahren angewendet, bei denen das Saatgut entweder vor[4]) oder nach[5]) dem Beizen schwach angefeuchtet wird. Durch die Anfeuchtung will man ein besseres Haften des Beizpulvers an den Körnern erreichen und lästiges Stäuben verhindern. In Deutschland ist dieses „Staubnaßbeizverfahren" kaum in erheblichem Maße eingeführt, obwohl die für diskontinuierlichen Betrieb bestimmten Kurznaßbeizgeräte eine einfache Durchführung des Verfahrens ermöglichen würden und die fungizide Wirkung durch Anfeuchtung des trocken gebeizten Saatgutes nicht leidet.[6]) In Dänemark hat man einen besonderen Beizapparat für das Staubnaßbeizverfahren konstruiert; ebenso wie in Deutschland wird das Staubnaßbeizverfahren auch in Dänemark von den maßgebenden Stellen empfohlen.[7])

Das Trockenbeizverfahren wurde zuerst in Deutschland angewendet und zwar durch v. Tubeuf.[4]) Das Verfahren geriet in Vergessenheit, zumal ein im Jahre 1903 von Hecke[8]) gegen den Brand der Kolbenhirse und ein 1914 von Müller und Molz[9]) durchgeführter Versuch gegen *Tilletia tritici* negativ verlief. In der Schweiz, Australien, Italien und den Vereinigten Staaten[10]) wurden erfolgreiche Trockenbeizversuche ausgeführt. Seit dem Jahre 1920 wurden dann auch in Deutschland wieder Versuche aufgenommen[10]), die gute Ergebnisse zeitigten,

---

[1]) Wansart, Beiträge zur Kenntnis der Wirkungsweise und des arbeitstechnischen Wirkungsgrades von Saatgut-Trockenbeizmaschinen. RKTL.-Schriften H. 15, 1930.

[2]) I. G. Farbenindustrie A. G., Trockenbeizmittel. DRP. 481 119. Ausgegeben 14. 8. 1929.

[3]) Röber, Verfahren zum Trockenbeizen von Getreide. DRP. 465 939. Ausgegeben 28. 9. 1928.

[4]) Tubeuf, v., Weitere Beiträge zur Kenntnis der Brandkrankheiten des Getreides usw. Arb. Biol. Reichsanst. **2**, 1902, 437.

[5]) I. G. Farbenindustrie A. G., Verfahren zur Trockenbeizung von Saatgut. DRP. 508 520 Klasse 45l. Ausgegeben 27. 9. 1930.

[6]) Vgl. Merkblatt Nr. 7 des Deutschen Pflanzenschutzdienstes. 7. Aufl. 1932, Nr. 16.

[7]) Gram, Afsvampningsundersøgelser. 250. Beredn. Tidsskr. Planteavl. **37**, 1931, 659.

[8]) Hecke, Beizversuche gegen Hirsebrand. Ztschr. Landw. Versuchswesen Österreichs **6**, 1903, 765.

[9]) Müller und Molz, Über den Steinbrand des Weizens. Fühlings Landw. Ztg. **63**, 1914, 204.

[10]) Vgl. Riehm, Trockenbeize. Pflanzenbau **1**, 1924, 91.

nachdem sich die chemische Industrie für die Frage interessiert und geeignete Präparate herausgebracht hatte.

Bei den chemischen Mitteln, die man für das Trockenbeizverfahren verwendet, kann man eine ähnliche Entwicklung verfolgen wie beim Naßbeizverfahren. Bevor die Ätiologie der Brandkrankheiten erforscht war, behandelte man das Saatgut trocken mit Asche, ein Verfahren, das in der Schweiz „mit untrüglichem Erfolg" angewendet wurde.[1]) v. Tubeuf benutzte zuerst fungizide Mittel, und zwar verschiedene Kupferverbindungen; von den Kupferverbindungen wurde besonders in den Vereinigten Staaten Kupferkarbonat verwendet. Müller und Molz versuchten, Paraformaldehyd anzuwenden, später auch quecksilberhaltige Mittel. Auch ungiftige Mittel (z. B. Natriumnitrat, Kaliumsulfat) sind versuchsweise angewendet worden[2]), ebenso verschiedene Gifte, wie z. B. Fluoride.[3]) Die geringe Wirkung einzelner Chemikalien ist wohl darauf zurückzuführen, daß sie in einer ungeeigneten Form zur Anwendung kamen; bei Trockenbeizmitteln kommt es nicht nur auf die chemischen, sondern auch auf die physikalischen Eigenschaften an.

Von den physikalischen Eigenschaften, die von Bedeutung für die Wirkung der Trockenbeizmittel sind, ist besonders die Haftfähigkeit zu nennen. Eine gewisse Haftfähigkeit wird von Trockenbeizmitteln verlangt, damit die aufgewendete Beizgutmenge möglichst gut ausgenutzt und lästige, gesundheitsschädliche Staubentwicklung vermieden wird. Eine exakte Bestimmung der Haftfähigkeit eines Trockenbeizmittels würde nur möglich sein, wenn das Haften der Mittel an einer konstanten Standardfläche oder einem Standardkörper bestimmt werden könnte.[4]) Da dahingehende Versuche bisher gescheitert sind, wird die Haftfähigkeit an den einzelnen Getreidearten bestimmt; dabei ist zu beachten, daß die Haftfähigkeit möglicherweise durch den Wassergehalt des Korns beeinflußt wird.[5]) Winkelmann[6]) konnte allerdings eine solche Abhängigkeit nicht feststellen. Dounine und Simsky[7]) fanden eine gewisse Zunahme der Haftfähigkeit mit steigendem Feuchtigkeitsgehalt bei Hafer, eine Abnahme bei Flachs, Hirse, Hanf. Je feiner die Pulver sind, um so größer ist die Haftfähigkeit. Man hat deshalb in den Vereinigten Staaten für Kupferkarbonat, das zu Beizzwecken verwendet werden soll, eine bestimmte Feinheitsgrenze festgesetzt, die brauchbare Präparate mindestens haben müssen. Kupferkarbonat für Beizzwecke soll nach den amerikanischen Anforderungen in wässeriger Aufschwemmung zu 99% durch ein 6400-Maschen-Sieb hindurchlaufen und muß ein trockenes Schüttegewicht von nicht mehr als 500 g auf 1000 ccm haben.[8])

[1]) Schulthess, Vorschlag einiger durch die Erfahrung bewährter Hilfsmittel gegen den Brand im Korn. Abh. Naturf. Ges. Zürich, **1**, 1761, 497.

[2]) Mackie and Briggs, Fungicidal dusts for the control of bunt. Univ. of Calif. Agric. Exp. St., Bull **364**, 1923.

[3]) Riehm, Trockenbeize. Pflanzenbau **1**, 1924, 91.

[4]) Vgl. Hilgendorff, Über die Bestimmung der Haftfähigkeit von Trockenbeizmitteln. Fortschr. d. Landw. **3**, 1928, 725.

[5]) Schaffnit, Zum Stand der Trockenbeizfrage. Mitt. der Dtsch. Landw. Ges. **41**, 1926, 361.

[6]) Winkelmann, Untersuchungen über die Haftfähigkeit von Trockenbeizmitteln. Ztschr. angew. Chemie **45**, 1932, 238.

[7]) Dounine und Simsky, Die Haftfähigkeit der Fungizide. Angew. Bot. **14**, 1932, 89.

[8]) Vgl. Riehm, Zur Frage der Getreidebeizung. Ztschr. angew. Chemie **38**, 1925, 5.

Andere Anforderungen an die physikalischen Eigenschaften der Mittel werden nicht gestellt, obwohl zweifellos die Löslichkeit in Wasser von verschiedenem pH von Bedeutung für die Wirkung der Trockenbeizmittel sein wird. Sehr leicht wasserlösliche Beizmittel werden in feuchtem Boden zu schnell aufgelöst und durch Regen ausgewaschen werden; Präparate von zu geringer Löslichkeit werden nicht schnell genug zur Wirkung kommen. Man hat deshalb versucht, praktisch unlösliche Mittel mit leicht löslichen zu mischen.[1])

Die Mengen, in denen die Trockenbeizmittel zur Anwendung kommen, sind nicht nur von dem wirksamen Gehalt des Präparates abhängig; auch ein sehr wirksamer Körper darf nicht in zu kleinen Mengen angewendet werden, wenn eine gleichmäßige Verteilung des Beizmittels auf sämtliche Getreidekörner erreicht werden soll. In Deutschland eingeführte Trockenbeizmittel kommen in Aufwandmengen von 2 : 1000 bei Weizen und Roggen, 2 : 1000 bis 3 : 1000 bei Gerste und 3—4 : 1000 bei Hafer zur Anwendung. In den Vereinigten Staaten wird Kupferkarbonat meist im Verhältnis 2 : 1000 empfohlen.

Die Wirkung der Trockenbeizmittel auf Pilze und Getreidekörner beruht in den meisten Fällen auf der Lösung der wirksamen chemischen Verbindungen, vereinzelt auch auf der Abspaltung fungizider Gase. Durch Gasentwicklung wirkte z. B. Hafer-Tillantin, das eine metallfreie, organische Sauerstoffverbindung der aromatischen Reihe enthielt.[2]) Die gasförmige Wirkung tritt vor der Aussaat ein; man muß das Getreide nach dem Beizen eine gewisse Zeit möglichst luftdicht abdecken, dann aber dünn ausbreiten, um Schädigungen zu vermeiden. Auch Formaldehyd abspaltende Trockenbeizmittel sind bekannt; es ist verständlich, daß mit derartigen Präparaten gebeiztes Saatgut nicht längere Zeit gelagert werden darf.[3]) Trockenbeizmittel, die in gelöster Form wirken, sind im allgemeinen erst nach der Aussaat wirksam, doch kann eine gewisse Wirkung auch schon auf dem Lager eintreten (Lagerbeize), wenn das Getreide sehr wasserhaltig ist und Feuchtigkeit ausschwitzt.[4]) Aus diesem Grunde ist es nicht ratsam, Getreide längere Zeit vor der Aussaat zu beizen, wenn die Körner hohen Wassergehalt besitzen.[5])

Die Tatsache, daß Trockenbeizmittel meist erst im Boden wirken, legt die Vermutung nahe, daß ihre Wirksamkeit von klimatischen Faktoren (Feuchtigkeit, Temperatur, Bodenazidität) abhängt. Auf die Notwendigkeit, den Einfluß dieser Faktoren auf die Wirksamkeit der Trockenbeizmittel zu untersuchen, habe ich früher hingewiesen.[6]) Versuche in dieser Richtung hat Volk[7]) ausgeführt,

---

[1]) Vgl. DRP. 552 253 vom 10. 6. 1932.

[2]) Trappmann, Schädlingsbekämpfung, Enzyklopädie der technischen Chemie **9**, 1932, 137.

[3]) Koehler, Effect of time and rate of application etc. Phytopath. **21**, 1931, 127.

[4]) Hiltner, Über die Beizwirkung von Trockenbeizmitteln während der Lagerung gebeizten Getreides. Angewandte Botanik **12**, 1930, 352 und Supper, Über die Wirkung von Trockenbeizen. Inaug. Diss. Hohenheim 1932.

[5]) Vgl. z. B. Lange, Neue Erfahrungen mit Trockenbeizung. Dtsche. Landw. Presse **55**, 1928, 268.

[6]) Riehm, Trockenbeize. Pflanzenbau, **1**, 1924, 91.

[7]) Volk, Trockenbeizwirkung in Abhängigkeit von Bodenreaktion und Bodenart. Landw. Jahrbücher **70**, 1929, 583.

der feststellte, daß Kupferkarbonat und andere Kupferverbindungen auf saurem Boden gut wirken, auf alkalischem aber versagen. Bei Gefäßversuchen wurde durch künstlichen Regen (15 mm) unmittelbar nach der Aussaat die Wirkung von Trockenbeizpulvern beeinträchtigt. Bei den Feldversuchen des Deutschen Pflanzenschutzdienstes, die mit Trockenbeizmitteln schon seit dem Jahre 1924 alljährlich von mindestens 10 Hauptstellen für Pflanzenschutz durchgeführt werden, haben brauchbare Trockenbeizmittel auch dann gewirkt, wenn z. B. drei Tage nach der Aussaat 18 oder sogar 36,7 mm Regen fielen. Dies zeigt deutlich, daß die Wirkung der Trockenbeizmittel sehr schnell eintritt. Supper[1]) konnte durch Auswaschversuche den Beweis dafür erbringen, daß die Wirkung von Trockenbeizmitteln schon 2—3 Stunden nach dem Beizen nicht mehr durch Auswaschen aufgehoben werden kann. Immerhin ist es nicht ganz ausgeschlossen, daß, besonders auf leichten Böden, wolkenbruchartige Regen unmittelbar nach der Aussaat die Wirkung von Trockenbeizmitteln beeinträchtigen.

Die Frage, ob das Naß- oder Trockenbeizverfahren den Vorzug verdient, mußte man wohl zugunsten des Trockenbeizverfahrens beantworten, solange nur das Trockenbeizverfahren im fortlaufenden Betrieb sofort saat- und versandfertiges Saatgut lieferte. Seitdem es aber möglich ist, auch mit dem Kurznaßbeizverfahren in fortlaufend arbeitenden Apparaten gebeiztes Saatgut zu erhalten, das man zwar nicht sofort, aber doch nach 1—2 Stunden säen kann und das auch lagerfähig ist[2]), kann zugunsten des Trockenbeizverfahrens nur noch geltend gemacht werden, daß trockengebeiztes Saatgut in höherem Maße gegen Nachinfektion geschützt ist als nach dem Kurznaßbeizverfahren gebeiztes. Die Gefahr der Nachinfektion besteht allerdings nur für *Tilletia* und die weniger wichtigen *Urocystis occulta* und *Ustilago hordei*. Ferner kann man trockengebeiztes Saatgut auch in trockenem Boden aussäen, während dies mit naßgebeiztem, stark gequollenem Getreide gefährlich ist.[3]) Diesen Vorteilen steht der Nachteil gegenüber, daß bei Anwendung von Trockenbeizmitteln die Gesundheit der Arbeiter gefährdet wird. Wenn man längere Zeit mit den äußerst giftigen quecksilberhaltigen Trockenbeizmitteln arbeitet, muß man sich unbedingt guter Atemschützer bedienen, wenn schwere Erkrankungen vermieden werden sollen.[4]) Ob die Ventilatoren, die bei einigen kontinuierlich arbeitenden Trockenbeizapparaten den Staub fortführen, so gut arbeiten, daß das Tragen von Atemschützern ganz überflüssig ist, wurde noch nicht exakt bewiesen. Nur in der Form des Staubnaßbeizverfahrens ist die Trockenbeizung annähernd ebenso ungefährlich wie das Kurznaßbeizverfahren. Bei der Auswahl zwischen beiden Verfahren wird auch die Kostenfrage eine Rolle spielen; hierbei ist nicht nur der Preis für das Beizmittel, sondern auch der für den Beizapparat zu berücksichtigen.

---

[1]) Supper, Über die Wirkung von Trockenbeizen. Inaug. Diss. Hohenheim 1932.

[2]) Vgl. Bonne, Ergebnisse mit dem Kurznaßbeizverfahren in der Praxis. Fortsch. Landw. **7**, 1932, 161 und Schirmer, Wie lange kann kurznaßgebeiztes Saatgut gelagert werden? Wochenbl. d. landw. Vereins in Bayern **123**, 1933, 39.

[3]) Melchers and Walker, The carbonate dust method of controlling bunt of wheat. Agric. Exp. Stat. Kansas, Circ. **107**, 1924.

[4]) Vgl. Riehm, Gesundheitsschädigungen durch Beizmittel. Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst **11**, 1931, 19.

c) Anwendung gasförmiger Mittel. Versuche, das Getreide mit gasförmigen Mitteln zu behandeln, haben bisher noch nicht zu einem in der Praxis eingebürgerten Verfahren geführt. Der Gedanke, gasförmige Beizmittel anzuwenden, stammt von v. Tubeuf[1]), der zuerst von Neger[2]) solche Versuche ausführen ließ. Der Erfolg der v. Tubeuf weitergeführten Versuche war so schlecht, daß es v. Tubeuf nicht für zweckmäßig hielt, weitere Versuche mit Formaldehydgas auszuführen.[3]) Auch Versuche von Wheeler, Reynolds und David mit Formaldehydgas hatten kein befriedigendes Ergebnis.[4]) In neuerer Zeit hat Davidoff[5]) die Gasbeize mit Formaldehyd empfohlen und einen besonderen Apparat zur Durchführung beschrieben. Der I. G. Farbenindustrie A.-G. ist die gasförmige Anwendung flüchtiger organischer Arsenverbindungen zum Getreidebeizen patentamtlich geschützt.[6]) Auch andere gasförmige Stoffe (Schwefelkohlenstoff, Ammoniak, Chloroform, Schwefeläther) hat man versuchsweise zur Getreidebeizung angewendet, ohne aber genügenden Erfolg zu erzielen.[7])

β) Physikalische Beizverfahren

Die physikalischen Beizverfahren beruhen auf der Anwendung von Wärme, Elektrizität oder von Strahlen.

a) Anwendung von Wärme. Schon im Altertum hat man zur Brandbekämpfung das Saatgut durch große offene Feuer hindurchgeworfen, ein Verfahren, das sich bis in dieses Jahrhundert hinein in Mähren erhalten haben soll.[8]) Im allgemeinen wird aber Saatgutbeizung mit Hilfe von Wärme wenig durchgeführt, weil genaues Einhalten bestimmter Temperaturen zur Vermeidung von Keimschäden einerseits und zur Erzielung des gewünschten Erfolges andererseits nur mit Hilfe besonderer Vorrichtungen möglich ist, die dem praktischen Landwirt meist nicht zur Verfügung stehen. Aus diesem Grunde wendet man Wärme nur gegen solche Krankheiten an, gegen die chemische Mittel bisher versagt haben, d. h. gegen den Flugbrand von Weizen und Gerste. Das älteste auf der Anwendung feuchter Wärme beruhende Verfahren zur Bekämpfung dieser Krankheiten ist die Heißwasserbeize. Das Verfahren ist zuerst von Jensen[5]) angewendet worden; Jensen brachte flugbrandhaltige Gerste 4 Stunden in kaltes Wasser und dann 5 Minuten lang in Wasser von 52,5° C. Das Verfahren wurde von Jensen verschiedentlich abgeändert; im Jahre 1895 empfahl er auf Grund weiterer Versuche 4stündiges Vorquellen in kaltem Wasser, 6—8stündiges Nachquellen und endlich eine 5 Minuten währende Behandlung mit Wasser von 52,5° C. In gemeinsam mit Appel durchgeführten Versuchen[9]) konnte ich fest-

[1]) Tubeuf, v., Scherings Formalingasmethode. Prakt. Blätter f. Pflanzenschutz **1**, 1898, 85.
[2]) Neger, Über Desinfektion von Saatgut mittels Formaldehyddämpfen. Ebenda, 84.
[3]) Tubeuf, v., Studien über die Brandkrankheiten des Getreides und ihre Bekämpfung. Arbeiten aus der Biolog. Reichsanstalt **2**, 1902, 258.
[4]) Vgl. Hollrung, Die krankhaften Zustände des Saatgutes. 1919, S. 265.
[5]) A new method for the disinfection of seeds. Plant Protection Leningrad **8**, 1931, 415.
[6]) DRP. 493 147, Klasse 451. Ausgegeben 26. 6. 1930.
[7]) Vgl. Hollrung, Die krankhaften Zustände des Saatgutes. 1919, S. 271/72.
[8]) Vgl. Hollrung, Die Mittel zur Bekämpfung von Pflanzenkrankheiten. 3. Aufl., 1923, S. 356.
[9]) Vgl. Appel und Riehm, Die Bekämpfung des Flugbrandes von Weizen und Gerste. Arb. aus der Biologischen Reichsanstalt **8**, 1931, 343.

stellen, daß durch das Vorquellen das im Korn ruhende Dauermyzel in ein empfindlicheres Stadium übergeführt wird. Das Saatgut muß etwa 15—18% Wasser aufnehmen; um diese Aufnahme zu erreichen, muß Weizen etwa 1½ Stunden in Wasser von 27° C eingetaucht werden. Läßt man dann das Saatgut noch 2½ Stunden nachquellen, so kann das Brandmyzel durch die folgende Heißwasserbehandlung abgetötet werden. Die Temperatur des Vorquellwassers und die Dauer des Vorquellens sind ausschlaggebend für den Erfolg der Heißwasserbeize. Als praktisch geeignet erwies sich ein Verfahren, bei dem das Saatgut 4 Stunden in Wasser von 25 bis 30° C eingequellt und dann 10 Minuten in Wasser von 50 bis 52° C getaucht wurde. Die Heißwasserbeize wird in dieser Form fast überall angewendet, wo man mit Heißwasser beizt, obwohl mehrfach versucht worden ist, das Verfahren zu vereinfachen.[1]) Eine wesentlich einfachere Form der Heißwasserbeize ist zuerst von Störmer[2]) empfohlen worden, der flugbrandhaltige Gerste durch 12stündiges Eintauchen in Wasser von 35° C vom Brand befreite. Bei diesem Verfahren wird also die Heißwasserbeize nicht in zwei Abschnitten (Vorquellen und Hauptbehandlung) durchgeführt, sondern in einem einzigen Gang und bei einer Temperatur, die eine Keimschädigung nicht befürchten läßt. Allerdings ist die Behandlungsdauer außerordentlich lang. Spieckermann[3]) hat dieses Verfahren, das man Dauerbad genannt hat, abgeändert, indem er die Temperatur des Wassers erhöhte und dafür die Behandlungsdauer wesentlich verkürzte; er empfahl für Gerste 2stündiges Eintauchen in Wasser von 45° C. Gaßner[4]) versuchte durch Zusatz von Chemikalien eine bessere Wirkung der Heißwasserbeize zu erzielen. Er ging dabei von Hollrungs Theorie[1]) aus, nach der die Wirkung des Vorquellens nicht darauf beruht, daß das Dauermyzel in ein empfindlicheres Stadium überführt wird, sondern darauf, daß infolge des Sauerstoffabschlusses und der im quellenden Korn eingeleiteten enzymatischen Tätigkeit Alkoholaldehyde entstehen, die das Myzel abtöten, ohne den Keimling zu schädigen. Hollrung bezeichnete daher die Heißwasserbeize als „innere Beize mit chemischen Stoffen". Auf dieser Theorie fußend, führte Gaßner Versuche aus, bei denen dem heißen Wasser Alkohol zugesetzt wurde. Es gelang ihm, durch 6stündiges Quellen von Weizen in Wasser von 40° C, dem 4% Brennspiritus zugesetzt war, den Weizenflugbrand völlig zu beseitigen. Vanderwalle[5]) hält die Hollrungsche Theorie nicht für richtig. Er infizierte Gerste, die nach dem Heißwasserverfahren brandfrei gemacht worden war, in der also nach Hollrung die inneren Beizmittel hätten zur Wirkung kommen müssen, mit einer Mikropipette mit *Ustilago nuda*. Die Körner ergaben Brandpflanzen. Ganz schlüssig ist der Beweis Vanderwalles allerdings nicht, weil die „inneren Beizmittel" bei dem schnellen Trocknen,

[1]) Vgl. Hollrung, Die krankhaften Zustände des Saatgutes. 1919, S. 279.

[2]) Störmer, Über die Ergebnisse der im Verein mit der G. F. P. durchgeführten diesjährigen Flugbrandbekämpfungsversuche. Beiträge zur Pflanzenzucht **1**, 1911, 84.

[3]) Jahresbericht der Landwirtschaftskammer für Westfalen für 1913, 68.

[4]) Gaßner, Neue Wege zur Bekämpfung des Weizenflugbrandes durch Beizung. Phytopath. Ztschr. **5**, 1933, 407.

[5]) Vanderwalle, Contribution à l'étude du mecanisme de l'action de la chaleur dans la desinfection anticharbonneuse des semences de céréales. Acad. royale de Belgique Bull. de la Classe des Sciences. 5. Ser. **21**, 1935, 759.

das Vanderwalle vor der Infektion durchführte, möglicherweise Umsetzungen erleiden könnten.

Besonders schwierig ist die Trocknung des bei der Heißwasserbeize stark gequellten Saatgutes. Zur Beschleunigung des Trocknungsprozesses hat man vorgeschlagen, Luft zu verwenden, die mit Chlorkalzium oder Schwefelsäure vorgetrocknet ist[1]), ein Verfahren, das aber in der Praxis nicht eingeführt ist.

Unsere Versuche, die feuchte Erwärmung durch eine trockene Erhitzung zu ersetzen, zeigten, daß mit Hilfe der Heißluftbeize des 4 Stunden vorgequellten Saatgutes der Flugbrand von Gerste und Weizen unschädlich gemacht werden kann, wenn das Saatgut 5 Minuten lang eine Temperatur von 50° C annimmt. Das Heißluftbeizverfahren wird in der Saatzuchtwirtschaft Eckendorf seit Jahren in großem Umfange durchgeführt.

Versuche von Appel und Riehm, das Getreide möglichst wenig vorzuquellen, zeigten, daß der Weizen mit wenigstens 17% Wasser angefeuchtet werden muß, wenn die folgende Heißluftbeize den Flugbrand beseitigen soll. Gaßner hat ebenfalls versucht, die Flugbrandbekämpfung mit möglichst geringen Wassermengen durchzuführen. Erfolgreich war seine „Warmbenetzungsbeize", bei der er 1 dz Weizen mit 15 l 4%igem Brennspiritus benetzte und dann in luftdicht verschlossenem Behälter 6 Stunden lang in heißer Luft von 45° C bewegte. Erhöht man die Temperatur auf 50°, so kann die Flüssigkeitsmenge sogar noch weiter herabgesetzt werden. Gaßner und Kirchhoff[2]) erzielten Brandfreiheit durch 5stündige Behandlung bei 50° C, wenn das Saatgut mit 12 l Wasser je Doppelzentner angefeuchtet war. Durch Zusatz von Brennspiritus wird bei der Warmbenetzungsbeize nach den Versuchen von Oort[3]) zwar die fungizide Wirkung erhöht, die Keimfähigkeit des Getreides aber leicht geschädigt.

Zur gleichzeitigen Bekämpfung von Weizenflug- und Weizenstinkbrand oder von Streifenkrankheit und Flugbrand der Gerste fügt man bei dem Appel-Riehmschen Verfahren dem Vorquellwasser ein Quecksilberbeizmittel (0,125%) zu und läßt dann die übliche Heißwasserbeize folgen.

b) Anwendung von Elektrizität. Höstermann[4]) hat versucht, 6 Stunden lang eingequellten Weizen und Gerste durch elektrische Bestrahlung vom Flugbrand zu befreien. Wenn auch ein gewisser, praktisch nicht genügender Erfolg erzielt wurde, ist der Gedanke doch nicht weiter verfolgt worden, weil auch bei diesem Verfahren ein Zurücktrocknen des stark gequellten Saatgutes notwendig ist und die für die Bestrahlung erforderliche Apparatur dem Landwirt nicht zur Verfügung steht. Patentiert ist ein Verfahren[5]), bei dem das Saatgut in Wasser gebracht wird, dessen Leitfähigkeit durch Zugabe von Säuren, Alkalien oder Salzen erhöht

[1]) Hausdörfer, Der Einfluß der künstlichen Trocknung mittels vorgetrockneter Luft usw. Landw. Jahrb. **58**, 1923, 691.

[2]) Gaßner und Kirchhoff, Versuche zur Bekämpfung des Gerstenflugbrandes. Phytopath. Ztschr. **7**, 1934, 303.

[3]) Oort, A. J. P., Een nieuwe methode ter bestrijding von tarwestuifbrand (Ust. tritici). Tijdschr. over Plantenziekten **40**, 1934, 185.

[4]) Höstermann, Brandbekämpfungsversuche. Landw. Jahrb. **45**, Ergbd. I, 1913, 107.

[5]) Pichler und Wöber, Verfahren zum Beizen von Früchten, Saatgut und Samen. DRP. Nr. 398 555, ausgegeben 7. 7. 1924.

ist. Durch halbstündiges Hindurchleiten eines elektrischen Stromes von 0,4 Ampère sollen Brandsporen abgetötet werden.

c) Anwendung verschiedener Strahlen. Die Versuche einiger Autoren durch Saatgutbehandlung mit verschiedenen Strahlen Brandfreiheit zu erzielen, verliefen ergebnislos[1]; nur Pichler und Wöber[2]) erzielten einige Erfolge. Mit ultravioletten Strahlen[3]) konnten sie *Tilletia*-Sporen abtöten, wenn die Sporen in saurer Lösung sauerstoffabspaltender Substanzen bestrahlt wurden. Brandiger Weizen, der in einer solchen Lösung 20 Minuten den Strahlen der Hanauer Quarzlampe ausgesetzt wurde, lieferte einen brandfreien Bestand, während der unbehandelte 27%igen *Tilletia*-Befall ergab. Bei stärker infiziertem Weizen wurde durch die Bestrahlung keine völlige Entbrandung erzielt. Röntgenstrahlen wirkten gegen Haferflugbrand und sogar auch gegen Gersten- und Weizenflugbrand, doch erwies sich das Verfahren als nicht rentabel. Mit Radium wurden keine günstigen Ergebnisse erzielt.

d) Wirtschaftliche Bedeutung der Getreidebeizung. Der Beweis dafür, daß das Beizen des Getreides rentabel ist, wurde von verschiedenen Seiten erbracht.[4]) Gut geleitete landwirtschaftliche Betriebe bringen deshalb kaum ungebeiztes Getreide in den Boden. Zur Sicherstellung der Getreideversorgung während des Weltkrieges sind in Deutschland Verordnungen erlassen worden[5]), die das Beizen zur Pflicht machen und zum Teil die Gemeinden anhalten, besonders ausgebildete Beizmeister einzustellen, denen die Durchführung des Beizens innerhalb der Gemeinde obliegt.[6]) In Bayern wurden in Beizkursen Obmänner ausgebildet, die für richtige Durchführung des Beizens Sorge zu tragen hatten.[7]) Wieweit durch solche Aufklärungsarbeit und Verordnungen das Beizen eingeführt ist, läßt sich nicht mit Sicherheit sagen. Die statistischen Erhebungen von Schlumberger[8]) beziehen sich nur auf die zur Anerkennung angemeldeten Saaten,

---

[1]) Fulton and Coblentz, The fungicidal action of ultra-violett radiation. Jl. Agric. Res. **38**, 1929, 159 und Dreger, Praktische Erfahrungen eines Züchters mit der Bekämpfung von Pflanzenkrankheiten. Wiener Landw. Ztg. **73**, 1923, 102.

[2]) Pichler und Wöber, Bestrahlungsversuche mit ultraviolettem Licht, Röntgenstrahlen und Radium zur Bekämpfung von Pflanzenkrankheiten. Zentralbl. f. Bakt. Abt. II, **57**, 1922, 319.

[3]) Literatur über die Wirkung ultravioletter Strahlen auf Pilze findet sich bei Rabinovitz-Sereni, Il grado di resistenza di alcuni funghi all'azione dei raggi ultravioletti. Boll. Staz. Pat. Veget. **12**, 1932, 115.

[4]) Literaturangaben bei Morstatt, Die jährlichen Ernteverluste durch Pflanzenkrankheiten und Schädlinge. Berichte über Landw., 1929, 462. Ferner Babowitz, Mitt. d. Dtsch. Landw. Ges. **40**, 1925, 304, Riehm, ebenda **44**, 1929, 798 und Klages, Über die Bekämpfung von Getreidekrankheiten durch chemische Mittel: Vortrag. Als Manuskript gedruckt 1925.

[5]) Ztschr. d. Landw. Kammer Braunschweig **86**, 1917, 28. Sammlung der Lübeckischen Gesetze **85**, 1918, 225 (im Jahre 1926 aufgehoben). Württ. Wochenschr. f. Landw., **37**, 1917, 539.

[6]) Lang, Welche Maßnahmen sind geeignet, die Anwendung der vorhandenen guten Pflanzenschutzmittel zur allgemeinen Durchführung zu bringen? Angew. Botanik **1**, 1919, 156.

[7]) Hiltner, Über den derzeitigen Stand der Frage der Beizung usw. Landw. Jahrb. Bayern **8**, 1918, 173. Derselbe, Über die Ursachen des vermehrten Auftretens des Steinbrandes usw. Landw. Jahrb. Bayern **10**, 1920, 39.

[8]) Schlumberger, Ein Beitrag zur Statistik der Getreidebeizung. Nachrichtenblatt f. d. Deutschen Pflanzenschutzdienst **10**, 1930, 33.

erstrecken sich also nur auf etwa 1% des zur Aussaat kommenden Getreides. In Bayern angestellte Erhebungen[1]) ergaben, daß im Jahre 1928 etwa 45% des Winterweizens, 80% des Winterroggens und 66% der Wintergerste gebeizt wurden. Klages[2]) nimmt an, daß etwa die Hälfte des Getreides mit Trockenbeizmitteln, die andere mit Naßbeizmitteln gebeizt wird, und kommt zu dem Schluß, daß in Deutschland alljährlich etwa 800 t Beizmittel verbraucht werden.

Diese Schätzung dürfte zu hoch gegriffen sein; auch können die in Bayern gewonnenen Zahlen sicher nicht für ganz Deutschland gelten. Auf Grund von Angaben über den Absatz chemischer Beizmittel kann ich annehmen, daß in Deutschland vom Roggen nur höchstens 15—20%, vom Weizen etwa 40%, von Gerste etwa 15% und von Hafer höchstens 5% gebeizt werden.

Eine wesentliche Förderung hat das Beizen des Getreides in Deutschland durch die sog. Lohnsaatbeizstellen gefunden. Genossenschaften, einzelne Landwirte, Mühlenbesitzer und andere Privatunternehmen haben Beizstellen eingerichtet, an denen das von den Landwirten herangeschaffte Getreide gegen Bezahlung gebeizt wird. Anfänglich arbeiteten diese Lohnsaatbeizstellen nur mit Trockenbeizapparaten; in neuerer Zeit gibt es auch einzelne Lohnsaatbeizstellen, die Kurznaßbeizapparate besitzen. Um den Mißständen zu begegnen, die sich durch mangelhafte Beizung in diesen auf möglichst hohen Reingewinn bedachten Betrieben ergaben, wurde durch Polizeiverordnungen zunächst in Westfalen, dann auch in anderen Teilen Deutschlands, eine amtliche Kontrolle der Lohnsaatbeizstellen eingeführt. Die Hauptstellen für Pflanzenschutz können auf Grund dieser Verordnungen darauf dringen, daß nur brauchbare Beizapparate verwendet werden, die von geprüftem Personal bedient werden müssen. Durch Probeentnahme wird kontrolliert, ob das Getreide vorschriftsmäßig gebeizt ist. Unzuverlässige Betriebe können geschlossen werden. Das Verdienst, Ordnung im Lohnsaatbeizwesen geschaffen zu haben, gebührt Spieckermann.[3])

Auch in anderen Ländern wird das Beizen nicht nur von den einzelnen Landwirten, sondern auch von Genossenschaften oder gewerblichen Unternehmern ausgeführt. So gibt es in den Niederlanden[4]) Lohnbeizer, die mit einer am Fahrrad befestigten oder auf einem Kraftwagen aufgestellten Beiztrommel von Hof zu Hof ziehen und gegen Bezahlung beizen. Auch genossenschaftliches Beizen wird in den Niederlanden durchgeführt. Endlich liefern auch die Samenhändler fertig gebeiztes Getreide. In Dänemark[5]) wurde in früheren Jahren das Heißwasserbeizverfahren gegen Gerstenflugbrand von den Meiereien ausgeführt. In neuerer Zeit ist das Heißwasserbeizverfahren gegen Flugbrand in Dänemark ebenso wie in Deutschland vorwiegend auf Originalsaat beschränkt, wird also von den Saatzuchtfirmen angewendet.

---

[1]) Vgl. Morstatt Anm. 4, S. 228.

[2]) Klages, Bekämpfung von Schädlingen der Kulturgewächse durch chemische Mittel. Angew. Chemie **45**, 1932, 367.

[3]) Spieckermann, Warum brauchen wir eine amtliche Überwachung der Lohnsaatbeizung? Landw. Ztg. f. Westfalen und Lippe **90**, 1933, 691.

[4]) Nach brieflicher Mitteilung des Direktors des Plantenziektenkundige Dienst, Herrn Dr. van Poeteren.

[5]) Nach brieflicher Mitteilung des Direktors von Statens Plante Patologiske forsøg, Herrn Dr. Gram.

Trotz des Verbrauchs großer Mengen, zum Teil recht giftiger Beizmittel, sind nur wenige Fälle von Erkrankungen durch Beizmittel bekannt geworden.[1]) Bei der Anwendung von Naßbeizmitteln besteht die Gefahr einer Vergiftung nur insofern, als beim Öffnen der Büchsen Staub aufgewirbelt wird, dessen Einatmung zu Erkrankungen Anlaß geben kann. Bei den Trockenbeizmitteln besteht die Gefahr der Einwirkung giftigen Staubes nicht nur beim Öffnen der Packungen und dem Einschütten des Pulvers in die Beizgeräte, sondern auch beim Entleeren der Beiztrommeln, dem Einschütten des gebeizten Getreides in die Drillmaschine und unter Umständen sogar noch beim Drillen. Durch Tragen geeigneter Atemschützer, durch Verwendung von Apparaten mit Ventilatoren, die den Staub entfernen, oder durch Anwendung des Staubnaßbeizverfahrens lassen sich Vergiftungen bei der Anwendung von Trockenbeizmitteln verhüten.

Daß Reste von mit giftigen Beizmitteln gebeiztem Getreide nicht zur menschlichen Ernährung verwendet werden dürfen, versteht sich von selbst. Auch wenn dem Mahlgetreide nur 10% gebeizten Getreides zugesetzt wird, kann das Gebäck einen ekelerregenden Geruch annehmen.[2]) Auch zur Fütterung sollte man das Getreide nur verwenden, nachdem es gewaschen und wieder getrocknet worden und mit anderem Futter vermischt ist. Merkliche gesundheitliche Schädigungen sind beim Verfüttern gebeizten Getreides an Hühner nicht beobachtet worden.[3]) Die Veröffentlichung von Stock und Zimmermann[4]), nach der mit quecksilberhaltigen Mitteln gebeiztes Getreide Pflanzen liefert, deren Körner Spuren von Quecksilber enthalten, kann nicht etwa Anlaß dazu geben, das Beizen mit den wirksamen Quecksilberbeizmitteln einzustellen. Stock meint allerdings, daß die Möglichkeit von Gesundheitsschädigungen bei weiterer Ausbreitung des Beizens mit Quecksilbermitteln durch dauernde Aufnahme minimaler Mengen von Quecksilber nicht von der Hand zu weisen ist, gibt aber doch zu, daß die von ihm im Getreide gefundenen Quecksilbermengen so klein sind, daß vorläufig zu gesundheitlichen Bedenken kaum Anlaß besteht. Auch Schirmer[5]) weist darauf hin, daß die von Stock im Getreide gefundenen Quecksilbermengen nicht bedenklich sind; nach Untersuchungen des Hauptgesundheitsamtes der Stadt Berlin scheiden 90% aller Menschen Quecksilber in Mengen aus, die vielfach für gefährlich gehalten werden. Man stellte fest, daß diese Quecksilbermengen nicht nur mit Brot, sondern auch mit Fischen aufgenommen werden,

[1]) Riehm, Gesundheitsschädigungen durch Beizmittel. Nachrichtenbl. f. d. Deutschen Pflanzenschutzdienst **11**, 1931, 19 und Veilchenblau, Neuartige Berufskrankheiten in der Landwirtschaft. Münch. Mediz. Wochenschr. **79**, 1932, 432.

[2]) Vgl. Zeitschr. für d. ges. Getreidewesen **12**, 1928, 256.

[3]) Nieber, Beitrag zur Frage der Schädlichkeit gebeizten Getreides usw. Dissertation 1925. Raatz, Futterversuche mit trockengebeiztem Weizen. Arb. d. Landw. Kammer f. d. Prov. Sachsen **47**, 1926, 233. Siegwardt, Darf mit der Trockenbeize Tillantin gebeizter Weizen an Haushühner verfüttert werden? Nachrichtenbl. f. d. Deutschen Pflanzenschutzdienst **7**, 1927, 77.

[4]) Stock und Zimmermann, Geht Quecksilber aus Saatgutbeizmitteln in das geerntete Korn und in das Mehl über? Ztschr. f. angew. Chemie **41**, 1928, 1336. Vgl. auch Heubner, Ztschr. physiol. Chemie **17**, 1928, Beil. 7.

[5]) Schirmer, Geht das Quecksilber aus Saatgutbeizmitteln in das Getreide über? Umschau **35**, 1931, 1007.

die zum Teil Quecksilber enthalten. In neuerer Zeit ist übrigens die chemische Industrie in Deutschland bemüht, quecksilberarme oder sogar quecksilberfreie Beizmittel herzustellen. Die von Kisser und Portheim[1]) ausgeführten Laboratoriumsversuche mit H_2O_2 ergaben eine Abtötung der *Tilletia*-Sporen, lassen aber noch keine Schlüsse auf die praktische Brauchbarkeit des Verfahrens zu.

2. Beizen anderer Sämereien.

Es gibt kaum Kulturpflanzen, deren Samen man nicht schon versuchsweise gebeizt hätte. Hier soll nicht etwa eine erschöpfende Übersicht über alle diese Versuche gegeben werden, vielmehr möchte ich nur einige wichtigere Kulturpflanzen herausgreifen, bei denen entweder die Zweckmäßigkeit des Beizens besonders umstritten ist oder deren Erwähnung aus anderen Gesichtspunkten gerechtfertigt erscheint. Außer den vier Hauptgetreidearten hat man häufig auch Mais gebeizt. Das Beizen von Mais hat unter Umständen Berechtigung, wenn man beabsichtigt, *Diplodia zeae*, *Gibberella saubinetii*, *Basisporium gallarum*, *Fusarium moniliforme* oder *Cephalosporium acremonium* zu bekämpfen[2]), in Kansas z. B. ruft aber *Fusarium moniliforme* so geringe Schäden hervor, daß sich das Beizen nicht lohnt.[3]) Soll Mais in einer Gegend angebaut werden, in der er bisher noch nicht gebaut war oder *Ustilago mayidis* noch unbekannt ist, so muß das Saatgut gebeizt werden, um die Verschleppung des Maisbrandes zu verhüten. Angaben über das Beizen von Hirse und Futtergräsern finden sich z. B. bei Hollrung.[4]) Gegen eine *Helminthosporium*-Krankheit des Reis ist Heißwasserbeize ohne Vorquellen wirksam.[5]) Auch die Anwendung von kalter oder warmer Sublimatbeize hat sich bei Reis als vorteilhaft erwiesen.[6])

Umstritten ist die Frage der Beizung von Rübenknäulen. Seitdem Busse und Peters[7]) gezeigt haben, daß der Wurzelbrand nicht nur durch die am Saatgut haftende *Phoma betae*, sondern auch durch die im Boden lebenden *Pythium de Baryanum* und *Aphanomyces laevis* hervorgerufen werden kann, ist ohne weiteres klar, daß die Beizung kaum Zweck haben kann, wenn das Saatgut in einen Boden gebracht wird, der mit dem genannten *Pythium* oder *Aphanomyces* verseucht ist.

Ein gewisser Erfolg des Beizens gegen die im Boden lebenden Wurzelbranderreger würde nur zu erwarten sein, wenn durch die Umhüllung des Rübenknäuels mit fungiziden Stoffen, wie sie besonders bei der Bekrustungs- oder der

---

[1]) Kisser, J., und Portheim, L., Verwendbarkeit von Wasserstoffsuperoxyd als Saatgutbeizmittel. Phytopath. Ztschr. **7**, 1934, 409.

[2]) Holbert and Koehler, Results of seed-treatment experiments with yellow dent corn. U. S. Dept. of Agric. Techn. Bull. **260**, 1931.

[3]) Melchers, L. E. and Brunson, A. M., Effect of chemical treatments of seed corn on stand and yield in Kansas. Journ. Amer. Soc. of Agron. **26**, 1934, 909. Vgl. auch McClelland, C. K., and Young, V. H., Seed corn treatments in Arkansas, Journ. Amer. Soc. of Ag. **26**, 1934, 189.

[4]) Hollrung, Die krankhaften Zustände des Saatgutes. 1919, S. 280.

[5]) Nisikado, Treatment of the rice seeds for Helminthosporiose. Ber. Ohara Inst. **1**, 1918, 543.

[6]) Loh, T. C., An improved method for the control of seed-borne diseases of rice. Lignan Science Journ. **13**, 1934, 603.

[7]) Busse und Peters, Über die Erreger des Wurzelbrandes. Arb. aus der Biolog. Reichsanstalt **8**, 1931, 211.

Trockenbeize erreicht wird, die im Boden lebenden Pilze von den Keimpflänzchen ferngehalten werden, oder wenn durch starke Beschleunigung der Keimung und ersten Entwicklung das anfällige Stadium schnell überwunden wird. Mit der Frage nach der Beeinflussung der Mikroflora des Bodens durch Aussaat gebeizter Rübenknäuel haben sich Gehring und Brothuhn[1]) beschäftigt, ohne aber zu prüfen, inwieweit die Wurzelbranderreger durch gebeizte Rübenknäuel in ihrem Wachstum gehemmt werden.

Daß durch eine Beschleunigung der Jugendentwicklung der Wurzelbrandbefall herabgesetzt werden kann, scheinen die Versuche Gäumanns[2]) zu beweisen; Gäumann erzielte diese Beschleunigung nicht durch Beizung, sondern durch Volldüngung. Beizmittel, die eine Keimungsbeschleunigung herbeiführen, würden also den Wurzelbrandbefall vermindern. Der Beweis dafür, daß durch Beizen die im Boden lebenden Wurzelbranderreger direkt oder indirekt unschädlich gemacht werden können, ist noch nicht erbracht. Es fehlt aber auch noch der Beweis für die Zweckmäßigkeit des Beizens gegen *Phoma betae*. Gewiß kann man den Phomabefall durch Beizen mit verschiedenen chemischen Mitteln oder durch fraktionierte Heißwasserbeize herabsetzen[3]), es fehlt aber der exakte Beweis dafür, daß hierdurch eine Ertragserhöhung oder eine merkliche Ersparung an Saatgut erzielt wird. Die bisher veröffentlichten Versuche, durch die der Beweis für eine Ertragserhöhung durch Rübenbeizung erbracht werden soll, weisen meist den Fehler auf, daß zum Vergleich mit den angewendeten Naßbeizmitteln nicht auch ein Versuch mit Wasser angesetzt wurde[4]); daß aber durch Wasserbehandlung der Rübenknäuel eine schnellere Jugendentwicklung und zuweilen sogar eine Ertragssteigerung erzielt werden kann, ist bekannt.[5]) Rumbold[6]) berichtet über Ertragssteigerung durch Beizen der Rübenknäuel mit Formaldehyd und Wasserdampf, macht aber keine näheren Angaben über die Versuchsanstellung, Zahl der Wiederholungen usw., so daß die Beweiskraft dieser Versuche nicht beurteilt werden kann. Exakte Versuche von Plaut[7]) zeigten, daß durch Beizen der Zuckerrübenknäuel keine Ertragssteigerung zu erzielen ist. Auch die Versuche des Deutschen Pflanzenschutzdienstes, bei denen von verschiedenen Hauptstellen für Pflanzenschutz gebeizte Rübenknäuel mit sechsfacher Wiederholung ausgesät wurden, ergaben keine Ertragssteigerung. Es ist auch durchaus

---

[1]) Gehring und Brothuhn, Über die Einwirkung der Beizung von Rübenknäulen auf die biologischen Vorgänge des Bodens. Zentralbl. f. Bakt., Abt. II, **63**, 1925, 67.

[2]) Gäumann, Über die Bekämpfung des Wurzelbrandes der Zuckerrüben. Landw. Jahrb. der Schweiz **42**, 1928, 571.

[3]) Literatur bei Hollrung, Die krankhaften Zustände, 1919, S. 292. Ferner Terényi, Die Bekämpfung des Wurzelbrandes der Zuckerrübe. Pflanzenbau **5**, 1928/29, 309.

[4]) Z. B. Kotthoff, Der Einfluß der Rübenkernbeizung auf die Erträge der Runkelrüben. Landw. Ztg. für Westfalen und Lippe **82**, 1925, 189.

[5]) Vgl. Plaut, Altes und Neues zu Beizfragen, speziell bei Rübensaat. Der Züchter **1**, 1929, 12. — Beiz- und Stimulationsversuche mit Zuckerrübensamen und Getreide. Ztschr. f. Pflanzenkrankheiten **36**, 1926, 321. — Arrhenius, Försök till bekämpande av betrotbrand, Meddelande **277**, 1925.

[6]) Rumbold, Desinfektion der Zuckerrübensamen mit Formaldehydgas und Dampf. Angew. Bot. **6**, 1924, 427.

[7]) Plaut, Anm. 5; Ders., Wurzelbrandauflauf und Beizung von Rübensamen. Nachr. f. Schädlingsbekämpfung **4**, 1929, Nr. 1.

begreiflich, daß bei einem Saatgut, selbst wenn es einen Phomabefall von 60 bis 70% aufweist, die Beizung zwecklos ist. Bei einer Drillsaat von 30 kg auf 1 ha kommen nach Becker[1]) etwa 2 Millionen Keimpflänzchen. Von diesen Pflanzen bleiben nur etwa 125000 stehen; es werden also beim Verziehen etwa 94% vernichtet. Durch Verziehen der Rüben werden also viel mehr Pflanzen beseitigt als durch einen mittleren Phomabefall. Das Beizen des Rübensaatgutes gegen Phoma muß also als zwecklos betrachtet werden, sofern nicht besonders stark verseuchtes Saatgut vorliegt und solange nicht der Beweis erbracht ist, daß durch Beizen eine wesentliche Saatgutersparnis erzielt wird oder die im Boden lebenden Wurzelbranderreger von den Rübenpflänzchen ferngehalten werden. Man weist zwar gern darauf hin, daß viele Rübenwirtschaften ihr Saatgut beizen und daß auch im Ausland das Beizen des Rübensaatgutes viel angewendet wird.[2]) Dies beweist nur, daß viele Landwirte, die ihr Rübensaatgut beizen, sich noch nicht die Mühe gemacht haben, exakte Ertragsversuche auszuführen, sondern daß sie der Suggestion unterliegen, die der gleichmäßige Aufgang gebeizter Rübensaat ausübt. Im Ausland liegen die Verhältnisse vielleicht anders; es ist sehr wohl möglich, daß in ozeanischem Klima, z. B. in Holland, die Infektionsbedingungen für Phoma so günstig sind, daß holländisches Saatgut stärker von Phoma infiziert ist als deutsches. Hierauf deutet auch eine Bemerkung von Doyer[3]), nach der ein Phomabefall von 88% die Regel ist. In Holland wird deshalb vorwiegend Rübensaatgut gekauft, das vom Züchter oder Händler bereits trocken gebeizt worden ist.[4]) In früheren Jahren wendete man zur Bekämpfung von *Phoma betae* warme (42° C) Kupfervitriollösungen (0,25%) an, in die das Rübensaatgut 3 Stunden eingetaucht wurde.[5]) In Dänemark werden jährlich wenigstens 3000 t Rübensaatgut kurznaßgebeizt von den Saatgutfirmen geliefert.[6]) In Ländern mit kontinentalem Klima ist das Beizen gegen Phoma zwecklos; so wird es z. B. von maßgebenden Stellen der Tschechoslowakei entschieden abgelehnt.[7]) Die Verschleppung der *Cercospora* kann durch Beizen des Rübensaatgutes verhindert werden, doch ist das Beizen nur zu diesem Zweck nach Stolze[8]) kaum lohnend. — Erwähnt werden muß auch, daß man empfohlen hat, Rübensaat mit Naphthalin zu behandeln, um die Keimpflänzchen vor *Atomaria linearis* zu schützen; das Verfahren hat sich nicht bewährt.[9])

[1]) Becker-Dillingen, Handbuch des Hackfruchtbaues und Handelspflanzenbaues, Berlin 1928.

[2]) Grottkass, Die Notwendigkeit der allgemeinen Einführung der Beizung von Zuckerrübensamen. Zentralbl. f. d. Zuckerindustrie 1928, Sonderdruck.

[3]) Doyer, Lieferung gebeizten Saatgutes ist in vielen Fällen empfehlenswert. Nachr. über Schädlingsbekämpfung **7**, 1932, 13.

[4]) Nach brieflicher Mitteilung des Herrn Direktor Dr. van Poeteren.

[5]) van Poeteren, Aantasting van suikerbieten en mangelwortels door phoma betae Frank. Versl. pen. meded. van den plantenziekt. dienst Nr. 47, 1927.

[6]) Briefliche Mitteilung von Direktor Dr. Gram.

[7]) Stehlik und Neuwirth, Soll Rübensamen stimuliert und gegen Wurzelbrand gebeizt werden? Ztschr. Zuckerind. Tschechosl. Rep. **51**, 1926/27, 435 und **53**, 1928/29, 181.

[8]) Stolze, Beitrag zur Biologie usw. der Blattfleckenkrankheit der Zuckerrübe. Arb. aus der Biol. Reichsanstalt **19**, 1932, 337.

[9]) Vgl. Stehlik, Versuche mit Naphthalinbehandlung des Rübensamens zur Vertreibung von Schädlingen. Ztschr. Zuckerind. Tschechosl. Rep. **53**, 1929, 333.

Der lebhaften Propaganda von Pflanzenschutzmittelfabriken ist es zuzuschreiben, daß in Deutschland Samen von Gemüsepflanzen im weitesten Maße gebeizt werden. Eine exakte Nachprüfung zeigt allerdings, daß beim Beizen von Gemüsesämereien eine gewisse Vorsicht am Platze ist. So hat Niethammer[1]) darauf hingewiesen, daß Gemüsesamen nicht wie Getreide durch eine semipermeable Schale gegen Keimschädigungen bis zu einem gewissen Grade geschützt sind. Die Beizempfindlichkeit der Gemüsesamen hängt ab von der Lage des Embryos, der Entwicklung der Mikropyle, von der Dicke der Samenschale und ihrer Oberfläche (Wachsüberzug, Haare), von dem Ölgehalt der Samen und von ihrem Quellvermögen.[2])

Einige Samen, z. B. die von Erbse und Gurke, haben Samenschalen, die Beizflüssigkeiten sehr schwer eindringen lassen[3]), so daß hier Keimschädigungen kaum auftreten, während andere, wie z. B. Tomate und Kohl, in ihren Samenschalen quecksilberhaltige Beizmittel stark speichern, so daß besonders bei längerer Beizdauer Schädigungen eintreten. Aber auch die einzelnen Sorten derselben Pflanzenart verhalten sich gegenüber Beizmitteln ganz verschieden, wie Junges[4]) Versuche mit vier Tomatensorten deutlich zeigen. Die Anwendungsmöglichkeit von Quecksilberbeizmitteln ist bei jeder Tomatensorte erst zu erproben; dies beweisen auch die Versuche von Sprenger.[5]) Auf die Beizempfindlichkeit der Tomaten haben auch Zimmermann[6]) und vor ihm Muller[7]) hingewiesen. Jozefowicz[8]) stellte fest, daß gut keimfähige Tomatensaat gegenüber Formaldehyd und Sublimat viel widerstandsfähiger ist als Saatgut, das nur mit etwa 80% keimt. Sehr widerstandsfähig sind Tomatensamen gegenüber Kupfervitriol.[9])

Zum Beizen von Kohlsamen gegen die Schwarzbeinigkeit *(Phoma lingam)* bewährte sich in den Vereinigten Staaten Heißwasserbeize[10]) oder Sublimat.

[1]) Niethammer, Die dosis toxica und tolerata der Beizmittel als eine Komponente der physiko-chemischen Struktur des Samenkornes. Ztschr. f. Pflanzenkrankheiten **40**, 1930, 44. 517. — Dieselbe, Die Beizung unseres Gemüsesaatgutes mit Germisan. Die Gartenbauwissenschaft **6**, 1932, 650.

[2]) Reinmuth, E., Beiträge zur Frage der Gemüsesamenbeizung usw. Angew. Bot. **16**, 1934, 441.

[3]) Über Lupinenbeizung vgl. z. B. Eichinger, Zur Beizung des Lupinensaatgutes. Deutsche Landw. Presse **50**, 1923, 119 und Frohberg, Das Beizen der Saatlupinen usw. Märkischer Landwirt **4**, 1923, 133.

[4]) Junge, Vorsicht beim Beizen des Saatgutes. Geisenheimer Mitteilungen **42**, 1927, 5.

[5]) Sprenger, Onderzoekingen naar den invloed van eenige ontsmettingsmiddelen etc. Tijdskrift for Plantenziekten **31**, 1925, 75.

[6]) Zimmermann, Untersuchungen über die Beeinflussung der Keimung von Tomatensamen durch Beizung usw. Gartenbauwissenschaft **2**, 1929, 79.

[7]) Muller, Onderzoekingen naar den invloed van eenige ontsmettingsmiddelen etc. Landbouwhochschool Wageningen, Nr. 2, 1925.

[8]) Jozefowicz, The effect of certain treatments on the germination of tomato seeds. Ann. of appl. Biology **17**, 1930, 504.

[9]) Vgl. Jozefowicz a. a. O. und Horsfall, Combating damping-off of tomatoes by seed treatment. New York State Agric. Expt. Stat., Bull. **586**, 1930.

[10]) Chupp, Combating diseases of vegetables. Cornell Extens., Bull. **171**, 1928 und Walker, Seed treatment and rainfall in relation to the control of cabbage black-leg. U. S. Stat. Dept. Agric., Bull. **1029**, 1922. Vgl. auch Walker, The hot water treatment of cabbage seed. Phytopath. **13**, 1923, 251.

Einzelne Herkünfte waren auch gegenüber Sublimat empfindlich, so daß auch beim Beizen von Kohlsamen Vorsicht geboten ist.

Bohnensorten verhalten sich gegenüber Beizmitteln ganz verschieden[1]; diese Unterschiede werden zum Teil auf verschiedenes Quellungsvermögen zurückgeführt.[2]) Bei Erbsen scheint sich besonders das Trockenbeizverfahren zu bewähren[3]), doch liegen auch erfolgreiche Versuche mit Naßbeizmitteln vor[4]); es fehlt aber auch hier noch an umfangreichen Sortenversuchen. Gewisse Erfahrungen mit dem Beizen verschiedener Gemüsesamen hat man bereits in den Vereinigten Staaten; zusammenfassende Anweisungen gibt z. B. Chupp.[5]) Häufig wurde beobachtet, daß Trockenbeizmittel die Gemüsesamen weniger schädigen als Naßbeizmittel; so wurden z. B. Kupferoxyd[6]) und Zinkoxyd[7]) mit gutem Erfolg zum Beizen von Spinatsamen angewendet. Auch bei den Versuchen von Steinberg[8]) schädigten Trockenbeizmittel die Keimfähigkeit verschiedener Gemüsesamen nicht. Es wäre aber falsch, diese Ergebnisse zu verallgemeinern, denn bei den Versuchen von Gante und Zimmer[9]) wurden Blumenkohlsamen durch einige Trockenbeizmittel mehr geschädigt als durch ein Naßbeizmittel.

Die Tatsache, daß auch die Samen von Zierpflanzen gebeizt werden, ist erwähnt[10]); auch Samen verschiedener Laubhölzer hat man gebeizt, und zwar weniger um parasitische Pilze zu bekämpfen, als um die ausgelegten Samen vor Mäusen zu schützen.[11]) Die Veröffentlichungen bieten aber nichts grundsätzlich Neues, so daß es sich erübrigt, näher darauf einzugehen; dasselbe gilt von dem Beizen der Samen von Futter- und Handelspflanzen (Klee, Tabak usw.). Erwähnt sei, daß die Samen von Tabak durch Heißwasserbeize sehr leiden.[12]) Leinsamen darf nicht nach dem Tauchbeizverfahren gebeizt werden, weil die Samen sonst völlig miteinander verkleben; außerdem speichert die Schleimschicht der Lein-

[1]) Reichelt, Beizversuche mit Uspulun bei Buschbohnen. Geisenheimer Mitteilungen **37**, 1922, 176.

[2]) Peters, Das Beizen von Bohnensaatgut. Der Deutsche Erwerbsgartenbau **21**, 1925, 284.

[3]) Hanow, Erbsenbeizversuche. Nachr. über Schädlingsbekämpfung **4**, 1929, 22. Ebenda **7**, 1932, 20.

[4]) Vgl. z. B. Molz und Müller, Über die Bekämpfung der Schwarzbeinigkeit der Erbsenkeimlinge usw. Landw. Wochenschr. Prov. Sachsen **26**, 1924, 211.

[5]) Chupp, Combating diseases of vegetables. Cornell Extens Bull. **171**, 1928.

[6]) Erwin and Crandall, Seed treatment studies of spinach. Phytopath. **24**, 1934, 8 und Cook and Callenbach, Spinach seed treatment. Virginia Truck. Exp. St., Bull. **87**, 1935.

[7]) Horsfall, J. G., Zinc oxide as a seed and soil treatment for damping-off. N. York St. Agric. Exp. Stat., Bull. **650**, 1934.

[8]) Steinberg, Zur Frage der Gemüsesamenbeizung. Mitteil. Deutsch. Landw. Ges. **48**, 1933, 387.

[9]) Gante und Zimmer, Einige Beizversuche mit Gemüse- und Zierpflanzensämereien. Gartenbauwiss. **8**, 1934, 609.

[10]) Vgl. z. B. Goldammer, Beizversuche mit *Asparagus sprengeri*. Die Gartenwelt **29**, 1925, 691 und Gante und Zimmer, Anm. 9.

[11]) Bauer, Das Beizen von Gehölzsamen. Die Gartenwelt **31**, 1924, 705.

[12]) Cros, J., Disinfezione dei semi del tabacco con l'acqua calda. Boll. Techn. Inst. Exp. Bucarest **21**, 1932, 268.

samen die Beizmittel, so daß leicht Keimschädigungen eintreten.[1]) Man wendet deshalb für das Beizen von Leinsamen entweder das Kurznaßbeizverfahren[2]) oder besser das Trockenbeizverfahren[3]) an. Versuchsweise hat man auch die Gasbeize mit Formaldehyd angewendet.[4]) Auch Koniferensamen[5]) hat man gebeizt. Versuche mit Uspulun und Sublimat zeigten, daß eine Besserung „verlorener Samenfrische oder ungünstiger Keimumstände" durch Beizung nicht erreicht wird.[6]) Auch die Samen tropischer Nutzpflanzen werden nach verschiedenen Methoden gebeizt. So beizt man die Samen von Baumwolle zur Bekämpfung des roten Kapselwurmes *(Gelechia gossypiella)* nach dem Gasbeizverfahren mit Blausäure[7]), Chlorpikrin[8]), Schwefelkohlenstoff[9]) oder wegen der geringeren Gefährlichkeit mit heißer Luft, indem man das Saatgut im Freien auf Eisenplatten ausbreitet und es der Sonnenwärme aussetzt.[10]) Auch künstliche Wärme wird zur Behandlung von Baumwollsamen verwendet.[11]) In besonderen Apparaten wird das Saatgut 5 Minuten auf 55° C erhitzt, verläßt dann den Apparat mit etwa 50° C und bleibt 2 Stunden in Säcken stehen.[12]) Zur Bekämpfung einiger parasitischer Pilze und Bakterien beizt man nach dem Vorgange Duggars die Baumwollsaat mit konzentrierter Schwefelsäure[13]), ein Verfahren, das von Sherbakoff[14]) später abgeändert wurde. Auch die Naßbeizung mit Sublimat[15]) und anderen quecksilberhaltigen Beizmitteln[16]) sowie das Trockenbeizverfahren[17]) hat

---

[1]) Gentner, Bayerische Leinsaaten. Faserforschung **3**, 1923, 277.

[2]) Schoevers, Flax seed disinfection. Rep. Intern. Conf. of Phytopath. Holland, 1923, 116.

[3]) Schirmer, Pilzkrankheiten des Flachses. Deutsche Landw. Presse **53**, 1926, 428 und Schilling, Zur Frage der Trockenbeizung an Leinsaat. Faserforschung **6**, 1927, 105.

[4]) Westerdijk, Neueres über Flachskrankheiten. Jahresber. Verein. Angew. Bot. **16**, 1918, 1.

[5]) Baudyš, Bericht über die Tätigkeit usw. Ztschr. Pflanzenkrankh. **36**, 1926, 320.

[6]) Schmidt, Werner, Unsere Kenntnis vom Forstsaatgut, Berlin 1930.

[7]) Rasch, Der augenblickliche Stand der Ausbreitung der Blausäure in der Schädlingsbekämpfung. Ztschr. f. angew. Entomol. **14**, 1928, 316.

[8]) Stauer, La désinfection des graines de coton. Bull. agric. Congo Belge **21**, 1930, 830. Über die Wirkung von Chlorpikrin auf die Keimfähigkeit des Baumwollsaatgutes vgl. Shabetai, Referat in Rev. Appl. Entom. **22**, 1935, 6.

[9]) Morstatt, La lutte contre l'anthonome du coton etc. Inst. International d'Agriculture, Rapp. sur l'ordre du jours de la section „Parasites du coton", 1927, 340.

[10]) King, Work of entomological section. Rev. appl. Entomol., Serie A, **16**, 1928, 467.

[11]) Clousten, Rev. of Agric. Operations in India. 1926/27. Rev. appl. Entom., Serie A, **16**, 1928, 550. — Mc Donald, Cotton seed disinfection etc. 4. Internat. Kongreß Entomolog. Ithaca **2**, 1929, 552. — Leplae, Le ver rose du coton etc. Rev. appl. Entom. Ser. A, **16**, 1928. 535.

[12]) Bredo, Referat in Rev. Appl. Entom. **23**, 1935, 218.

[13]) Archibald, Sulfuric acid treatment of cotton seed. Soil Science. Phytopathology **23**, 1933, 1.

[14]) Sherbakoff, A modified method of delinting cotton seed etc. Phytopathology **17**, 1927, 189.

[15]) Morstatt, vgl. Anm. 9.

[16]) Tilemans, Les influences de la désinfection etc. Bull. Agric. du Congo Belge **21**, 1930, 833.

[17]) Tilemans, a. a. O., Forsteneichner, Beizversuche an Baumwollsamen etc. Nachr. f. Schädlingsbekämpfung **5**, 1930, 136. — Wille, Die Bekämpfung der Chupadera-Krankheit der Baumwolle etc. Ebenda **7**, 1932, 15.

man bei Baumwollsaat angewendet. Von anderen tropischen Samen sei noch der Kaffee erwähnt, der zur Bekämpfung des Kaffeebeerenkäfers mit Schwefelkohlenstoff begast wird.[1]) Chlorpikrin tötet alle Stadien dieses Schädlings ab, wenn man 5 g auf 1 cbm 8 Stunden einwirken läßt; Keimschädigungen treten nicht ein. Dieselbe Wirkung erzielt man mit 10 g oder 15 g oder 50 g auf 1 cbm, die man 4 Stunden, bzw. 2 Stunden bzw. 1 Stunde einwirken läßt.[2])

3. Beizen von Knollen und Zwiebeln.

Das Beizen von Knollen ist besonders zu erwähnen, weil die Behandlung von Saatknollen mit Beizflüssigkeiten ganz andere Schwierigkeiten bietet als das Beizen von Samen. Auf diese Schwierigkeiten haben Schlumberger[3]) und später Braun[4]) hingewiesen. Während das Getreidekorn und Samen von Gemüse oder Zierpflanzen im völligen Ruhezustand sind und infolge ihrer Quellbarkeit größere Mengen von Beizflüssigkeit aufnehmen können, ist die Knolle ein mehr oder weniger wasserhaltiger Pflanzenteil, der nur wenig Flüssigkeit aufnimmt; außerdem befinden sich die Knollen nur in der ersten Zeit nach der Ernte im Ruhestadium, später werden die schlafenden Augen mobilisiert, so daß dann leicht Schädigungen durch Beizflüssigkeiten eintreten. Die verschiedenen Kartoffelsorten befinden sich im Frühjahr in ganz verschiedenen Entwicklungsstadien; die Augen der Frühkartoffeln sind schon weit entwickelt und daher auch gegenüber Beizmitteln besonders empfindlich. In Deutschland, wo das Beizen von Kartoffelknollen bereits im Jahre 1852 ausgeführt wurde[5]), war man von der Behandlung der Saatknollen bald abgekommen. Im Jahre 1918 empfahl Hiltner Sublimatbeize für geschnittene Knollen; dabei sollten aber nur die Schnittflächen behandelt werden, um das Eindringen von Fäulnisbakterien zu verhindern.[6]) Ausgedehnte Versuche, die im Jahre 1923 aufgenommen wurden, zeigten, daß für Kartoffeln kein Beizverfahren allgemein empfohlen werden kann.[3])

In den Vereinigten Staaten wird das Beizen der Saatknollen gegen Schorf und *Rhizoctonia solani* ganz allgemein empfohlen; man verwendet entweder 0,16%igen Formaldehyd, den man bei gewöhnlicher Temperatur 2 Stunden, bei 50° C 2½ Minute einwirken läßt, oder Sublimat.[7]) Die Wirkung dieser Beiz-

[1]) Gandrup, Eenige Gegevens over het ontsmetten. Meded. Koffiebessenboeboek fonds **9**, 1924, 224.

[2]) Mallamaire, La désinfection des semences de caféiers par la chloropicrine. Referat in Rev. Appl. Entom. **24**, 1936, 4.

[3]) Schlumberger, Tagesfragen zur Kartoffelbeizung. Mitt. der Deutschen Landw. Ges. **34**, 1924, 236.

[4]) Braun, Die Bekämpfung von *Hypochnus solani* durch Beizung. Arb. d. Biolog. Reichsanstalt **14**, 1926, 411 und Über den Wert der Kartoffelbeizung. Fortschr. d. Landw. **1**, 1926. 201.

[5]) Schlumberger, Anm. 3.

[6]) Hiltner, Über die Wirkung einer Beizung geschnittener Saatkartoffeln. Prakt. Bl. f. Pflanzenbau und -schutz **16**, 1918, 25.

[7]) Gilman and Melhus, Further studies on potato seed treatment. Phytopathol. **13**, 1923, 341. — Leach, Johnson and Parson, The use of acidulated mercuric chloride in disinfecting potato tubers usw. Ebenda **19**, 1929, 713. — Melhus, Cooperative potato seed treatment experiments. Ebenda **11**, 1921, 59. — Porter, Cooperative seed treatment using hot formaldehyde. Ebenda **11**, 1921, 59. — Mc Millan, Potato seed treatments in westerns states. Ebenda **12**, 1922, 39. — Melhus, Gilman and Kendrick, The fungicidal action of formaldehyde. Jowa Res. Bull. **59**, 1920.

mittel soll erhöht werden, wenn man die Knollen vorher mit Wasser besprengt und 24—48 Stunden bedeckt liegen läßt.[1]) Die Kartoffelbeizung scheint in den Vereinigten Staaten ziemlich viel angewendet zu werden; man hat dort auch festgestellt, welche Konzentration die Flüssigkeit haben muß, mit der die verbrauchte Sublimatlösung[2]) oder die Formaldehydlösung[3]) ersetzt wird. Durch Zusatz von Salzsäure wurde die Wirkung des Sublimats nicht erhöht.[4]) In Holland hatte Quanjer[5]), in den Vereinigten Staaten Dippenaar[6]) Erfolg mit Sublimatbeize gegen *Actinomyces*-Schorf. In Deutschland konnte Braun[7]), der auf Grund exakter Laboratoriumsversuche Kartoffelbeizungen mit Sublimat gegen *Hypochnus* ausführte, mit keinem Verfahren eine befriedigende Abtötung des Pilzes ohne Schädigung der Saatknollen erzielen. Sanford und Marritt[8]) dagegen fanden Formaldehyd- und Sublimatkonzentrationen, die selbst große Sklerotien von *Rhizoctonia solani* abtöteten, ohne die Knollen zu schädigen. Bisby[9]) hatte weder mit Sublimat-Naßbeizverfahren noch mit Kupferkarbonat-Trockenbeize befriedigenden Erfolg gegen *Rhizoctonia*. Schwarzbeinigkeit konnte weder durch Formaldehyd- noch durch Sublimatbeize bekämpft werden.[10]) Heißluftbeize von Kartoffelknollen hat man in den Vereinigten Staaten zur Bekämpfung von *Phytophthora* versuchsweise angewendet.[11]) Die Einführung dieses Verfahrens in die Praxis scheiterte vermutlich an den oben angeführten Gründen (Ungleichmäßigkeit der Entwicklung der Augen usw.). Über die Empfindlichkeit von Kartoffelknollen gegenüber feuchter und trockener Hitze liegen Untersuchungen vor.[12])

Eine eigenartige Beizmethode für Kartoffeln besteht in der Einführung von Stäbchen, die mit wirksamen Stoffen überzogen werden, in die Knolle. Erfolge mit dieser Methode sind nicht erzielt.[13])

Zur Bekämpfung der Kartoffelmotte wendet man eine Gasbeize mit Schwefel-

---

[1]) Raeder, The effect of pre-sprinkling with water on the hot-formaldehyde and corrosive sublimate methods etc. Phytopathology **13**, 1923, 512.

[2]) White, Loss of strengths of mercuric chlorid solutions etc. Phytopathology **14**, 1924, 58. — Cross, A field test of mercuric chloride solutions etc. Ebenda **15**, 1925, 241.

[3]) Blodgett and Perry, Additions of formaline to maintain the concentration uniform etc. Phytopathology **12**, 1922, 39.

[4]) Leach, Johnson and Parson, The use of acidulated mercuric chloride etc. Phytopathology **19**, 1929, 713.

[5]) Quanjer, Over de Betekenis van het Pootgoed voor de Verspreidiing van aardappelziekten etc. Meded. Rijks Hoogen Land, Tuin en Boschbowsch **9**, 1916, 94.

[6]) Dippenaar, B. J., Environment and seed treatment in relation to common potato scab. Phytopath. **23**, 1933, 9.

[7]) Braun, Die Bekämpfung von *Hypochnus solani P. u. D. (Rhizoctonia solani K.)* durch Beizung. Arb. aus der Biol. Reichsanstalt **14**, 1926, 411.

[8]) Sanford, G. B. and Marritt, J. W., The toxicity of formaldehyde and mercuric chloride solutions on various sizes of sclerotia of *Rhizoct. solani*. Phytopath. **23**, 1933, 270.

[9]) Bisby, Potato seed treatment tests in Manitoha. Phytopathology **14**, 1924, 58.

[10]) Tucker and Harber, Seed treatment for potato blackleg. Scientif. Agric. **14**, 1933/34, 70.

[11]) Vgl. Schlumberger, Anm. 3, S. 237.

[12]) Blodgett, Time-temperature curves for killing potato tubers etc. Phytopathology **13**, 1923, 465.

[13]) Schneider, Eine neue Methode des Beizens von Saatkartoffeln. Deutsche Landw. Presse **51**, 1924, 116.

kohlenstoff (16—19 g auf 1 cbm) an. Größere CS_2-Mengen schädigen die Keimfähigkeit der Kartoffeln.[1])

Außer Kartoffelknollen hat man auch Bataten[2]) und Gladiolenknollen[3]) gebeizt, um Fäulnispilze zu bekämpfen.

Das Beizen von Blumenzwiebeln wird besonders in Holland regelmäßig durchgeführt; nach van Slogteren[4]) werden dort jährlich Zwiebeln im Werte von einigen Millionen Gulden mit Heißwasser behandelt. Man bekämpft auf diese Weise in erster Linie die Älchenkrankheit der Hyazinthe und Narzissen *(Tylenchus devastatrix)*, ferner die Narzissenfliegen *(Merodon equestris* und *Eumerus strigatus)*[5]), und die Milbe *Rhizoglyphus hyacinthi*[6]). Die Zwiebeln werden in einem Behälter mit Wasser von 43,5° C gebracht und vollständig untergetaucht; die Wassermenge darf im Verhältnis zur Zwiebelmenge nicht zu klein sein, man soll nach van Slogteren[7]) z. B. in einen Behälter von $1\frac{1}{2}$ hl Fassungsvermögen nicht mehr als 1 hl Zwiebeln bringen.

Narzissen bleiben je nach der Größe der Zwiebeln 3—4 Stunden, Hyazinthen $2\frac{1}{2}$—$3\frac{1}{2}$ Stunden in dem Wasser, dessen Temperatur möglichst genau auf 43,5° C gehalten wird. Nach Ablauf der Beizdauer werden die Zwiebeln auf einem nicht verseuchten Platz zum Trocknen dünn ausgebreitet; sie dürfen nicht in schon benutzte Säcke gefüllt werden, es sei denn, daß diese vorher ausgekocht sind. Gegen den Hyazinthenrotz hilft die Behandlung nicht, weil die letale Temperatur für *Pseudomonas hyacinthi* bei 47,5° C liegt.[8]) Das gleichzeitig von van Slogteren und Ramsbotten[9]) empfohlene Heißwasserbeizverfahren für Hyazinthen- und Narzissenzwiebeln wird auch in den Vereinigten Staaten angewendet[10]), wo man auf diese Weise auch *Tarsonemus approximatus* an Narzissenzwiebeln bekämpft. Weiß[11]) macht darauf aufmerksam, daß durch die Heißwasserbeize von Narzissenzwiebeln eine Fusariumfäule verbreitet werden kann, weil die Mikrokonidien des Pilzes sogar nach 8stündiger Behandlung mit Wasser von 43,5° C noch lebensfähig sind; Weiß empfiehlt deshalb, dem heißen Wasser noch ein

---

[1]) Spencer and Strong, The potato tuber worm. Virginia Exp. St., Bull. **53**, 1925.

[2]) Layton, Control of sweet potato stem rot. Phytopathology **20**, 1930, 116.

[3]) Vgl. z. B. Löbener, Uspulun zum Beizen erkrankter Gladiolenzwiebeln. Nachrichtenbl. der Landw. Abtlg. Bayer. **3**, 1924, 83 und White, R. P., Mercury ammonium silicate as a Gladiolus corm treatment. Phytopath. **24**, 1934, 1122.

[4]) Van Slogteren, De Toetassing van Warmte bej de Bestrijding van Bloembollenziekten etc. 20. Niederl. Natuuren Geneeskundig Congres 1925, Groningen.

[5]) Derselbe, Address to the members of the international conference 1923.

[6]) Doucetti, The effect on Narcissus bulb pests of immersion in hot water. Journ. Econ. Entom. **19**, 1926, 248.

[7]) Van Slogteren, Bestrijding van Aaltjesziekten in Bolgewassen etc. Weekbl. voor Bloembollencultuur, 18. 8. 1922.

[8]) Derselbe, Een en ander over het Geelziek der Hyacinthen etc. Ebenda, Sept. 1925.

[9]) Ramsbotten, Experiments on the control of eelworm disease of narcissus. Journal of the Royal Hortic. Soc. **43**, 1918/19, 65.

[10]) Griffiths, Experiments with hot-water treatment of daffodies in relation etc. U. S. St. Dept., Circ. **113**, 1930 und Chambers, Hot water treatment of narcissus bulbs in Wisconsin. Jl. Econ. Ent. **23**, 1930, 47.

[11]) Weiß, The relation of the hot-water treatment of narcissus bulbs to basal rot. Phytopathology **19**, 1929, 100. Vgl. auch Gould, N. K. im Journ. Royal Soc. **59**, 1934, 78.

Fungizid zuzusetzen. Auch van Slogteren[1]) empfiehlt zur gleichzeitigen Bekämpfung von Fusariumfäulen und Nematoden eine Beizung in Uspulun (½%) oder Germisan (½%) von 43,5° C.

Auch heiße Luft hat man zum Beizen von Hyazinthenzwiebeln angewendet und zwar zur Bekämpfung des Gelbrotzes. Man bringt die Knollen 24 Stunden in eine Temperatur von 43 bis 44° C oder 48 bis 49° C. Die kranken Zwiebeln sterben bei dieser Behandlung ab oder erkranken so stark, daß man sie leicht als krank erkennt. Außerdem gibt es Fälle, in denen die Krankheit infolge der Heißluftbehandlung zum Stillstand kommt, so daß sich die Zwiebeln im nächsten Jahre normal entwickeln. Denselben Erfolg erzielt man auch, wenn man die Zwiebeln 3—4 Wochen einer Temperatur von 38° C aussetzt.[2]) Gegen eine Sklerotienkrankheit der Tulpen *(Sclerotium perniciosum)* bewährte sich eine Tauchbeize mit Formaldehyd oder eine Behandlung mit quecksilberhaltigen Naß- oder Trockenbeizmitteln.[3]) Gasbeize mit Kalziumzyanid wendet man in den Vereinigten Staaten gegen die Narzissenfliege an.[4])

4. Entseuchung von Stecklingen und ganzen Pflanzen

Stecklinge und ganze Pflanzen werden besonders bei der Ausfuhr aus verseuchten Gebieten nach unverseuchten nach den verschiedensten Verfahren behandelt; die Entseuchung findet dann meist während der Winterruhe der Pflanzen statt. Aber auch junge Pflänzchen werden in einzelnen Fällen entseucht, bevor sie aus den Anzuchtbeeten ins Feld verpflanzt werden; auch andere Fälle des Entseuchens von Pflanzen, die im Saft stehen, sind bekannt.

Mit Ausnahme des Trockenbeizverfahrens mit pulverförmigen Mitteln werden sämtliche im Abschnitt Getreidebeizung (S. 211) beschriebenen Verfahren auch zum Entseuchen von Stecklingen und Pflanzen angewendet. Hier können nur wenige Beispiele angeführt werden. Das Tauchbeizverfahren wird z. B. angewendet, wenn man Setzreben oder Blindholz vor der Akarinose schützen will. Bei Wurzelreben dürfen die Wurzeln nicht längere Zeit mit der Flüssigkeit (20% Schwefelkalkbrühe) in Berührung kommen; bei Blindholz entseucht man das frisch geschnittene Holz und schneidet erst dann zurecht. Die Knospen werden durch das Eintauchen (5 Minuten) nicht geschädigt, sofern sie noch ruhen.[5]) Während bei dieser Entseuchung die Triebe behandelt werden, bekämpft man die Reblaus nach Faes durch Eintauchen der Wurzeln in 3%ige Kaliumsulfokarbonatlösung, der 1% schwarze Seife zugesetzt ist. Nach Ablauf von 12 Stunden werden die Wurzeln kurz mit Wasser abgespült. Das Verfahren

---

[1]) van Slogteren, Warm-waterbehandling van narcissen en bolrot. Inst. voor Phytopathol. Nr. 43, 1931.

[2]) van Slogteren, Een en ander over het geelziekte der hyacinthen etc. Weekbl. voor Bloembottencultuur, Sept. 1925.

[3]) van Slogteren en Thomas, Smeul, een Tulpenziekte etc. Inst. Phytopath. **38**, 1930, Sonderdruck.

[4]) Smith, L., Nursery service. Monthly Bull of Calif. **12**, 1928, 694.

[5]) Stellwaag, Rechtzeitige Bekämpfung der Milbenkräuselkrankheit des Rebstockes usw. Nachr. f. Schädlingsbekämpfung **7**, 1932, 1.

ist aber nach Thiem[1]) nicht unbedenklich, weil Schädigungen der Blindreben auftreten können; Wurzelreben überstehen die Behandlung. Eine von Schwartz[2]) empfohlene kürzere Behandlung (4 Stunden) genügt nach Thiem nicht. Erwähnt sei, daß man auch Hopfenfechser zur Bekämpfung der *Pseudoperonospora humuli* nach dem Tauchverfahren ($\frac{1}{2}$—2% Kupferkalkbrühe 10—15 Minuten) behandelt hat.[3]) Zuckerrohrstecklinge taucht man zur Bekämpfung einer Wurzelfäule ebenfalls in Kupferkalkbrühe oder bestreicht die Schnittflächen mit Teer (eine Art Benetzungsbeize). Ein Verfahren, das der Bekrustungsbeize ähnelt, wendet man bei Kohlsetzlingen an, um sie vor *Plasmodiophora brassicae* zu schützen; man taucht die Wurzeln in einen Lehmbrei, dem Uspulun zugefügt ist.[4]) Dasselbe Verfahren hat sich auch zum Schutz vor Kernobstschädlingen von einer Infektion durch *Bact. tumefaciens* bewährt.[5])

Eine große Bedeutung besitzt die Heißwasserbehandlung, besonders bei der Entseuchung von Blindholz oder Wurzelreben. Reben leiden durch einen 5 Minuten langen Aufenthalt in Wasser von 55° C nicht, während die Winterläuse schon binnen 2 Minuten in Wasser von 52° C getötet werden. Das von Bolle[6]) zuerst erprobte Verfahren wird nach Thiem[7]) jetzt in der Weise ausgeführt, daß man die Reben 5—7 Minuten in Wasser von 52° C bringt. In Italien[8]) taucht man die Reben 5 Minuten in Wasser von 54,5—55,5° C. Eine Heißwasserbehandlung (5 Minuten 48,5 ° C) von Buxusarten ruft zwar eine leichte Beschädigung zarter Blätter hervor, wirkt aber gut gegen *Monarthopaplus buxi*.[9]) Auch die Sereh-Krankheit des Zuckerrohrs soll durch Heißwasserbehandlung bekämpfbar sein.[10])

Endlich wird auch die Gasbehandlung bei ruhenden Pflanzen und Stecklingen angewendet. So wurden in Deutschland die Reben mit Schwefelkohlenstoff zur Bekämpfung der Reblaus behandelt. Die Durchführung dieses Verfahrens bietet nach Thiem[11]) Schwierigkeiten, weil die Reben völlig lufttrocken sein müssen und eine bestimmte Temperatur (20—25° C) eingehalten werden muß. Bei 10° C

[1]) Thiem, Über die Entseuchung von Böden und Reben. Der Deutsche Weinbau **6**, 1927, 403.

[2]) Vgl. Thiem, a. a. O.

[3]) Linke, Über das Beizen der Hopfenfechser. Mitt. des deutschen Hopfenbau-Vereins **5**, 1927, 23.

[4]) Kindshoven, J., Erfolgreiche Bekämpfungsversuche gegen die Kropfkrankheit oder Hernie der Kohlgewächse. Deutsche Obst- und Gemüsebauztg. **70**, 1924, 156.

[5]) Oppenheimer, Verhütung und Heilung krebsartiger Pflanzengeschwülste. Angew. Botan. **8**, 1926, 8.

[6]) Bolle, Die Desinfektion von amerikanischen Schnittreben. Mitt. des Deutschen Weinbauvereins **71**, 1912, 170. Ref.: Zentralbl. f. Bakt. Abt. II, **35**, 599.

[7]) Thiem, Entseuchung von Versandreben. Weinbaulexikon, Berlin 1930, S. 193.

[8]) Norme per la disinfezione delle viti etc. Ref.: Rev. of appl. Ent., Serie A, **3**, 1915, 160.

[9]) Cory and Graham, Practiability of the hot water treatment for the boxwood leaf miner. Jl. Econ. Ent. **23**, 1930, 563.

[10]) Wilbrink, Warm water behandeling van stekken als geneesmiddel etc. Archief voor de suikerind., Niederl.-Indien **31**, 1923, 1. — Booberg, Beknopte Samenvatting van de voorloopige resultaten etc. Rev. appl. Myc. **6**, 1926, 438. — Bokma de Boer, De bibitbehandling en bibit voorziening ten behoeve etc., Arch. Suikerind. Niederl.-Indien, 2. Deel **35**, 1927, 1083 und 1113, 1. Deel **36**, 1928, 77.

[11]) Thiem, Über die Entseuchung von Böden und Reben. Der Deutsche Weinbau **6**, 1927, 403.

leben die Rebläuse selbst noch nach einer Behandlungsdauer von 40 Minuten; bei 13—16° C sterben sie zwar meist ab, doch bleiben die Eier leben. Das leistungsfähigste Verfahren zur Entseuchung der Reben ist die Gasbehandlung mit Blausäure, die meist in der Form des Zyklon B angewendet wird. Sehr wichtig ist bei diesem Verfahren, daß die Reben nicht fest gebündelt, sondern locker gepackt sind und daß die Reben sich noch im Ruhezustand befinden.[1]) Man verwendet auf 1 cbm 50 g Blausäure.[2]) Im großen Maßstabe wird die Entseuchung von Baumschulgewächsen, Edelreisern usw. mit Blausäure in den Einfuhrhäfen der Vereinigten Staaten vorgenommen.[3])

Seit dem Jahre 1913/14 wendet man dort das Vakuumbegasungsverfahren[4]) an, weil sich gezeigt hat, daß die Insekten bei stark vermindertem Luftdruck Giftgasen gegenüber empfindlicher sind als unter gewöhnlichem Luftdruck.[5]) In großen gasdichten Kammern, deren Form am zweckmäßigsten zylindrisch ist, wird mit Hilfe von Pumpen eine Druckerniedrigung um etwa 635 bis 655 mm[6]) in 5—7 Minuten erzielt.[7]) Vor dem Evakuieren werden die Pflanzen in die Begasungskammer gebracht, und zwar müssen die Pflanzen gut trocken sein, weil HCN in Wasser leicht löslich ist. Würde man z. B. Pflanzen mit feuchten Wurzelballen mit HCN begasen, so würde auch eine erhöhte Konzentration keine ausreichende Wirkung auf die Schädlinge ausüben[8]), dagegen würden Schädigungen der Pflanzen zu fürchten sein. Ist die Begasungskammer mit Pflanzen beschickt und die Luft bis zu der angegebenen Druckhöhe herausgepumpt, so wird Blausäure eingeleitet.

Die Konzentration ist von der Art der zu behandelnden Pflanzen abhängig, weil die Empfindlichkeit der verschiedenen Pflanzenarten gegenüber Blausäure ganz verschieden ist. So wurden z. B. *Chamaecyparis obtusa, Thuja occidentalis* und einige andere Koniferen etwas geschädigt, wenn etwa 5 cbm flüssige Blausäure auf 1 cbm 60 Minuten lang zur Einwirkung kamen, während *Picea pungens, Picea engelmannii* und Rhododendron durch eine höhere Konzentration (7 cbm auf 1 cbm) bei gleicher Einwirkungszeit nicht geschädigt wurden.[9]) Gewisse Anhaltspunkte für die Begasung mit Hilfe von Kalziumzyanid gaben Marchal und Vayssière[10]), die für 1 cbm die Anwendung von 10 g für unbelaubte Bäume und Sträucher empfahlen, 6 g für Pfropfreiser, 4—6 g für harte grüne Pflanzen und unter 4 g für empfindlichere Pflanzen bei einer Einwirkungszeit von 45 Minuten.

---

[1]) Thiem, a. a. O.

[2]) Thiem, Entseuchung von Versandreben. Weinbaulexikon 1930, S. 193.

[3]) Vgl. Trappmann, Schädlingsbekämpfung, S. 360.

[4]) Woglum, R. S., The history of hydrocyenic acid gas fumigation as an index to progress in economic entomology. Journ. Econ. Entom. **16**, 1923, 518.

[5]) Vayssière, P., Les stations de désinfection des végétaux sous vide partiel. Bull. Soc. Enc. Industr. 1934, 295. Rev. appl. Entom. Serie A, **23**, 1935, 194.

[6]) Steinweden, J. B., Fumigation for European Earwig *(Forficula auricularia)* in balled Nursery Stock. Journ. Econ. Entom. **27**, 1934, 919.

[7]) Vayssière, P., Quelques remarques sur les stations de désinfection aux Etats-Unis. Revue de Pathol. végétale et d'entomologie agric. **16**, 1929, 34.

[8]) Kasas, J. A., Die Begasung von Reben mit Blausäure. Ref. von Rasch im Anzeiger f. Schädlingsk. **5**, 1929, 88.

[9]) Vgl. Steinweden, Anm. 6.

[10]) Vgl. Trappmann, Schädlingsbekämpfung, 1927, S. 360.

Für Zitrusbäume aber, die vorher entlaubt werden, empfiehlt Mackie[1]) 10 g NaCN auf 1 cbm 60 Minuten lang bei einem Vakuum von 685 mm anzuwenden. Jencic und Löschnig[2]) empfehlen bei der Anwendung von Kalzidtabletten, die 50% HCN enthalten, eine Tablette für 1 cbm bei 12° C anzuwenden. Die anzuwendende Blausäurekonzentration hängt nicht nur von der Empfindlichkeit der Pflanzen und der Widerstandsfähigkeit der zu bekämpfenden Schädlinge, sondern auch von der Menge und Art der Pflanzen ab, die zur Begasung kommen. Es muß nämlich berücksichtigt werden, daß ein Teil des Gases von den Pflanzen absorbiert wird, besonders wenn die Pflanzen belaubt sind. Die während der Begasung tatsächlich vorhandene Konzentration kann mit Hilfe eines Probeentnehmers[3]) festgestellt werden. Um eine befriedigende Wirkung zu erzielen, führt man die Begasung bei einer Temperatur aus, die am besten zwischen 15 und 30° liegt.[4])

Nach Ablauf der Begasungszeit, die je nach der Widerstandsfähigkeit der Schädlinge und der Wirtspflanzen gewählt werden muß, wird das Gas durch Pumpen wieder bis zu einem Unterdruck von 635 mm entfernt und dann Luft zugelassen. Es wird empfohlen, die Pflanzen dann abzuspritzen, um Blausäurereste zu entfernen, und sie dann zunächst nicht gleich der Besonnung auszusetzen.

Außer Blausäure verwendet man im Vakuumverfahren auch Schwefelkohlenstoff, dem meist Kohlensäure zugesetzt wird, um die Explosionsgefahr zu vermeiden.[5]) Nach Trappmann[6]) wurden im Jahre 1924 in Kalifornien mehr als 122000 Ziersträucher auf diese Weise begast. Man zieht den Schwefelkohlenstoff in vielen Fällen wegen seiner größeren Tiefenwirkung der Blausäure vor.[7]) Auch ohne besondere Vakuumapparate wird CS_2 zur Desinfektion von Pflanzen verwendet. Larven von *Popillia japonica*, die in Wurzelballen sitzen, werden in der Weise bekämpft, daß man die oberirdischen Teile der Pflanzen zum Schutz vor der Einwirkung des Schwefelkohlenstoffs in Wasser taucht und nun 0,1 ccm flüssigen Schwefelkohlenstoff auf 1 l Luft 18 Stunden lang einwirken läßt. Da CS_2 von Wasser absorbiert wird und infolgedessen Schädigungen der in das Wasser getauchten Pflanzenteile eintreten würden, muß dafür gesorgt werden, daß von unten beständig Wasser zuströmt und daß die oberen Wasserschichten über einen Überlauf abfließen.[8])

Im Vakuumverfahren wird endlich auch Äthylenoxyd in Mischung mit Kohlensäure angewendet und zwar besonders in Frankreich und Nordafrika. Durch den Kohlensäurezusatz soll die Schädigung der Pflanzen vermieden werden.[9])

[1]) Mackie, D. B., Vacuum Fumigation of Citrus Nursery Stock in Ventura County. Monthly. Bull. Cal. Dpt. Agric. **11**, 1922, 726. Rev. Appl. Entom. A, **11**, 1924, 51.

[2]) Jencic und Löschnig, Die Blausäure im Kampf gegen die San José-Schildlaus und andere tierische Schädlinge. Die Landwirtschaft, 1933, Nr. 4.

[3]) Herce, P., La concentration de ácido cianhidrico en los recintos fumigados. Bol. Pat. veg. Ent. agric. **7**, 1934, 155. Rev. Appl. Entom. **22**, 1935, 609.

[4]) Mackie, D. B., Observations on vacuum fumigation. Month. Bull. Dept. Agric. California **20**, 1931, 299.

[5]) Frickkinger, Gase in der Schädlingsbekämpfung. Flugschr. d. D. Ges. f. angew. Entomol. Nr. 13, 1933.

[6]) Trappmann, Schädlingsbekämpfung 1927, S. 342.

[7]) Mackie, Vacuum Fumigation. Monthly Bull. Calif. Dep. of Agric. 4. Rep. **12**, 1923, 354.

[8]) Leach, B. R. and Fleming, W. E., The fumigation of „balled" nursery stock. Journ. Econ. Entom. **18**, 1925, 362.

[9]) Nach brieflicher Mitteilung von Herrn Dr. Peters, Degesch, Frankfurt a. Main.

C. Absperrmaßnahmen (Quarantäne)

Von Reg.-Rat Prof. Dr. H. Braun, Berlin-Dahlem

a) Umfang und wirtschaftliche Bedeutung der Verschleppung von Pflanzenschädlingen. b) Begriffsbegrenzung. c) Grundlagen der Pflanzenquarantäne. 1. Wirtschaftliche Gesichtspunkte. 2. Biologische Gesichtspunkte. d) Durchführung der Pflanzenquarantäne. 1. Grenzschutz. α) Bedingungslose Einfuhrverbote. β) Bedingte Einfuhr. γ) Durchfuhr. 2. Sperrung der Seuchengebiete.

Der Begriff der Quarantäne im Sinne der Humanmedizin ist zu Beginn des 15. Jahrhunderts geprägt worden. Damals führte man die Quarantäne in Venedig und Genua ein, um die Einschleppung der Pest zu verhüten. Man verstand darunter einen Zeitraum von 40 Tagen, „binnen welchem jemand, der aus einer wegen der ansteckenden Seuche verdächtigen Gegend kommt, in einem dazu bestimmten Lazarett von allen Menschen gesondert, damit man sieht, ob sich eine Krankheit an ihm äußere oder nicht, bleiben muß, bis er an den verlangten Ort eingelassen werden kann".[1]) Späterhin ging man von dem starren Zeitbegriff ab, wie der Hinweis aus dem Jahre 1741 zeigt[1]), „bisweilen wird die Quarantäne auch auf wenige Tage gesetzt, behält aber doch den Namen Quarantäne, sollten es nur gleich 10 Tage sein". Die Fortschritte der Forschung führten zu der Erkenntnis, daß die Quarantäne in ihrer alten Form wirkungslos ist, weil nicht nur Kranke und Waren, sondern auch Gesunde die Krankheitserreger beherbergen und verschleppen können. Deshalb wurden Anwendung und Dauer immer mehr eingeschränkt, zumal die Quarantäne im alten Sinne ohnehin eine starke Störung des Reise- und Handelsverkehrs bedeutete, und dafür eine gesundheitliche Kontrolle aller ankommenden Schiffe, Viehtransporte usw. eingeführt. Man faßt deshalb den Begriff Quarantäne heute wesentlich weiter und versteht darunter alle Maßnahmen, die im See- und Landverkehr zur Abwendung von Menschen- und Tierseuchen auf Grund gesetzlicher Bestimmungen getroffen werden.[2]) Für den internationalen Verkehr sind diese im wesentlichen durch das Internationale Sanitätsabkommen vom 21. 6. 1926 festgelegt, dem Deutschland am 18. 9. 1930 beigetreten ist.[3]) Für den inneren Verkehr im eigenen Lande hat jeder Staat eine Reihe weiterer Gesetze erlassen, um entstehende Seuchen im Keim zu ersticken oder wenigstens ihre weitere Ausbreitung zu verhüten.[4])

Es ist nun auffallend, daß die Umschreibung des Begriffs Quarantäne an keiner Stelle neben Mensch und Tier auch die Pflanze als schutzbedürftig gegen Gefahren, die ihr aus Verschleppung von Seuchen drohen, einbezieht. Selbst die in New York erscheinende „New International Encyclopaedia" erwähnt die Pflanzenquarantäne noch nicht. Das ist um so überraschender, als gerade in den amerikanischen Fachschriften die Erörterung des Problems der Pflanzenquarantäne seit langem einen breiten Raum einnimmt und die Vereinigten Staaten bereits im Jahre 1912 ein als „Plant Quarantine Act" bezeichnetes Gesetz erlassen haben.

a) Umfang und wirtschaftliche Bedeutung der Verschleppung von Pflanzenschädlingen

Das völlige Außerachtlassen der Pflanzen bei Besprechung der Quarantäne in allen großen Nachschlagewerken dürfte dadurch seine Erklärung finden, daß man sich in breiten Kreisen über die Wichtigkeit der Pflanzenquarantäne als Maßnahme der Pflanzenhygiene bislang nicht klar ist, weil man, von den Fach-

[1]) Universal-Lexikon, verlegt von Johann Heinrich Dedler, Bd. 30. Leipzig 1741, S. 75.
[2]) Brockhaus' Konversations-Lexikon. 15. Aufl. Band 15. Leipzig 1933, S. 270.
[3]) Reichs-Gesetzblatt II, 1930, 589.
[4]) Z. B. für Deutschland: Schmedding, A., und Engels, E., Die Gesetze betreffend Bekämpfung übertragbarer Krankheiten. 2. Aufl. Münster 1929.

leuten abgesehen, keine Vorstellung von den verhängnisvollen Folgen der Verschleppung von Pflanzenschädlingen hat. Es scheint deshalb geboten, zunächst an Hand einiger besonders eindrucksvoller Beispiele diese Folgen kurz zu beleuchten.

Die ersten Hinweise über die Einschleppung von Schädlingen aus fremden Ländern finden sich anscheinend in Baeckners[1]) 1752 erschienenem Werk „Noxa insectorum". Späterhin ist verschiedentlich versucht worden, zusammenfassend die Verschleppung von Pflanzenschädlingen zu beleuchten, so von Butler[2]) und von Reh[3]). Daneben haben sich einzelne Länder um die listenmäßige Zusammenstellung derjenigen Schädlinge bemüht, die bei ihnen ursprünglich nicht einheimisch gewesen, sondern vom Ausland eingeschleppt worden sind. Für die Vereinigten Staaten von Nordamerika z. B. liegen zwei derartige Arbeiten vor. Pierce[4]) hat ein umfangreiches Verzeichnis zusammengestellt, das sowohl Insekten enthält, die dorthin bereits eingeschleppt sind, als auch solche, die in den verschiedensten Teilen der Welt vorkommen und mit deren Einschleppung gerechnet werden muß. Bei den schon eingeschleppten wird unterschieden zwischen solchen, die noch nicht allgemein in den Vereinigten Staaten verbreitet sind, deren weitere Einschleppung und Ausbreitung man deshalb nach Möglichkeit verhindern muß, und solchen, für welche dies zutrifft und die als wichtigste Schädlinge zur Zeit anzusehen sind. Von den letzteren werden mehr als 100 Arten aufgeführt. Späterhin hat Stevenson[5]) ein Handbuch derjenigen Pflanzenkrankheiten herausgegeben, die für die Vereinigten Staaten neu oder in ihnen noch nicht weit verbreitet sind. Einleitend bemerkt er ausdrücklich, daß er sich dieser Arbeit unterzogen habe, um durch die Aufführung der großen Zahl von Krankheiten, die in fremden Ländern, aber noch nicht in den Vereinigten Staaten vorkommen, auf die Wichtigkeit der Pflanzenquarantäne aufmerksam zu machen.

Derartige Zusammenstellungen sind geeignet, eine Vorstellung von dem Umfang der Verschleppung von Pflanzenschädlingen zu geben; sie besagen jedoch noch nichts über die verderblichen Folgen der Verschleppung. Diese lassen sich am eindringlichsten durch zahlenmäßige Unterlagen über Ertrags- und Wertverluste beweisen, wie sie für verschiedene der wichtigsten Schädlinge nach ihrer Einschleppung in ein neues Gebiet, namentlich in einen neuen Kontinent, erarbeitet worden sind. Auf die Schwierigkeiten, die derartigen Bemühungen entgegenstehen und allen statistischen Erhebungen gegenüber eine gewisse Zurückhaltung angezeigt sein lassen, ist an anderer Stelle dieses Handbuchs ausführlich eingegangen worden.[6])

Betrachtet man zunächst die Folgen der Verschleppung von Schädlingen nach Europa, so hat bekanntlich vor allem der Weinbau unter diesen auf das schwerste zu leiden. Nicht weniger als drei Großschädlinge verdankt der europäische Weinbau der Einschleppung aus Nordamerika: die Reblaus, den echten und den falschen Mehltau. Die Einschleppung aller drei Parasiten steht in einem gewissen inneren Zusammenhang. Gegen das erstmalig 1845 in England beobachtete *Oidium Tuckeri* suchte man sich in Frankreich durch Einführung widerstandsfähiger amerikanischer Reben zu schützen und schleppte dadurch um 1860 die Reblaus ein. Die danach einsetzende Einfuhr reblauswiderstandsfähiger amerikanischer Sorten zog 1878 die Einschleppung der *Plasmopara viticola* nach sich. Der Schaden, den *Oidium Tuckeri* verursacht, kommt am besten in den Ertragszahlen des französischen Weinbaus um die Mitte des 19. Jahrhunderts zum Ausdruck. Während 1850 der durchschnittliche Ertrag je ha noch 20,7 hl betrug, sank er 1851 auf 18,1 hl, 1852 auf 13,2 hl,

---

[1]) Dieses Handbuch Band 1, 1. Teil. 6. Aufl. Berlin 1933, S. 51.

[2]) Butler, E. J., The dissemination of parasitic fungi and international legislation. Mem. Dept. Agric. India Bot. Ser. 9, 1917, 1—73.

[3]) Reh, L., Über Einfuhrbeschränkungen als Schutz gegen die Einschleppung pflanzenschädlicher Insekten. Ztschr. f. angew. Entomologie 4, 1918, 189—237.

[4]) Pierce, W. D., A manual of dangerous insects likely to be introduced in the United States through importations. U. S. Dept. Agric., Office Secretary, Washington 1917.

[5]) Stevenson, J. A., Foreign plant diseases. U. S. Dept. Agric. Office Secretary. Washington 1926.

[6]) Siehe diesen Band S. 9.

1853 auf 10,4 hl und 1854 auf 4,9 hl. Müller[1]) bemerkt dazu, daß der ganze französische Weinbau damals zugrunde gegangen wäre, wenn man nicht im gepulverten Schwefel ein wirksames Mittel gefunden hätte, von dem Frankreich heute alljährlich etwa 1 Million dz, Deutschland etwa 90 000 dz aufwenden muß. Von weit größerer Tragweite noch sind die Folgen der Reblauseinschleppung gewesen. Von den etwa 30 000 ha Reben des französischen Departements Vaucluse waren 10 Jahre nach dem Auftreten der Reblaus 25 000 ha vernichtet. 1884 waren in den gesamten Weinbaugebieten Frankreichs etwa 1 Million ha zerstört.[2]) Die Folgen für Deutschland lassen sich an den Kosten ermessen, welche die Länderregierungen in den Jahren 1874—1928 (ausschließlich der Inflationsjahre 1918—1923) für die direkte und die indirekte Bekämpfung haben auswerfen müssen. Sie betragen für erstere $28\frac{1}{2}$ Millionen ℛℳ und werden für letztere auf 9 Millionen ℛℳ geschätzt[3]), Beträge freilich, die noch weit übertroffen werden von den Kosten, die Frankreich durch die Bekämpfung der Reblaus erwachsen sind und die bis 1914 schätzungsweise 12 Milliarden Franken betragen haben sollen.[4]) Von der *Plasmopara viticola* sagt Müller[2]), keine Krankheit füge dem Weinbau so außerordentlich schwere Schädigungen zu wie diese. Der durch diesen Pilz verursachte Ertragsausfall wird mit durchschnittlich 20—50% angegeben, kann aber auch bei starkem Befall wesentlich höher sein.[4]) In Italien wurde er für das Jahr 1895 auf 12 Millionen hl, in Ungarn für die Jahre 1891 und 1892 auf 2—3 Millionen hl veranschlagt. Dem westschweizerischen Weinbau sind in den Jahren 1905—1914 auf einer Fläche von etwa 2800 ha Verluste in einer Gesamthöhe von 26 Millionen Franken entstanden.[2]) Für den badischen Weinbau errechnen Müller und Sleumer[5]) für die beiden *Peronospora*-Jahre 1912 und 1913 einen Verlust von insgesamt rund 34,5 Millionen ℛℳ, für den französischen für die Jahre 1930 und 1932 je 280 bzw. 200 Millionen ℛℳ.

Unter den Schädlingseinschleppungen nach Europa, deren Folgen sich zahlenmäßig noch nicht im großen abschätzen lassen, weil sie erst vor verhältnismäßig kurzer Zeit erfolgt sind, spielt die wichtigste Rolle der Koloradokäfer, der seit 1917 an der Westküste Frankreichs festen Fuß gefaßt hat und seitdem in unaufhaltsamem Vordringen nach Osten begriffen ist. Die Schäden, mit denen zu rechnen ist, lassen sich aber an der Höhe der durch diesen Parasiten in den Vereinigten Staaten verursachten Schäden bzw. der dort für seine Bekämpfung aufzuwendenden Kosten ermessen. Ohne zweckentsprechende Bekämpfungsmaßnahmen ist der Kartoffelbau in den verseuchten Gebieten bekanntlich überhaupt nicht möglich. Selbst bei gewissenhafter Durchführung dieser ist aber nach den Schätzungen von Hyslop[6]) mit einem durchschnittlichen jährlichen Ernteverlust von 8% zu rechnen, was für die Vereinigten Staaten einen Minderertrag von etwa 10,6 Millionen hl Kartoffeln im Werte von etwa 29 Millionen Dollar entspricht. Der Aufwand für die Arsenbespritzung wird mit $3\frac{3}{4}$ Dollar je ha angegeben, was einer Gesamtsumme von etwa 450 000 Dollar entspricht, wenn man annimmt, daß nur $\frac{1}{10}$ der gesamten Kartoffelanbaufläche gegen den Käfer gespritzt wird. Die deutsche Kartoffelernte hat im Durchschnitt der Jahre 1925—1934 38,2 Millionen t betragen. Würde man die amerikanische Verlustziffer hierauf in Anrechnung bringen, so würde mit einem Ertragsausfall von 3 Millionen t im Werte von 90 Millionen ℛℳ zu rechnen sein, zu denen noch die Kosten für die Bekämpfung hinzuzurechnen sein würden. Bemerkenswert ist die Höhe der Kosten, die bei dem Auftreten des Käfers 1934 in Stade für seine Vernichtung aufgewandt wurden. Sie betrugen 108 678,64 ℛℳ.[7]) Für den europäischen

---

[1]) Müller, K., Weinbau-Lexikon. Berlin 1930, S. 559.

[2]) Müller, K., Rebschädlinge und ihre neuzeitliche Bekämpfung. 2. Aufl. Karlsruhe 1922, S. 137, 142, 12.

[3]) 38. Denkschrift über die Bekämpfung der Reblaus 1924—1929. Bearbeitet von der Biolog. Reichsanst. Berlin 1931.

[4]) Dieses Handbuch Bd. 2. 5. Aufl. Berlin 1928, S. 430.

[5]) Müller, K., und Sleumer, H., Biologische Untersuchungen über die *Peronospora*-Krankheit des Weinstocks. Landw. Jahrb. **79**, 1934, 567.

[6]) Nach Schwartz, Nachrichtenbl. f. d. Deutschen Pflanzenschutzdienst **13**, 1933, 19.

[7]) Schwartz, M., Kartoffelkäferbekämpfung in Zahlen. Nachrichtenbl. f. d. Deutschen Pflanzenschutzdienst **15**, 1935, 62.

Hopfenbau ist die Einschleppung von *Pseudoperonospora humuli* zu einer ernsten Bedrohung geworden. Sie ist aus Japan oder den Vereinigten Staaten nach England eingeschleppt worden, wo sie erstmalig 1920 gefunden wurde und seitdem Ertragsverluste von 5—25% hervorruft.[1]) 1923 trat sie in Deutschland auf und hatte 1926 allein im bayrischen Hopfenbau Verluste von über 30 Millionen ℳ zur Folge.[2]) Für den Waldbau sei schließlich noch auf die Einschleppung von *Rhabdocline pseudotsugae*[3]) hingewiesen, die in Amerika im ganzen Verbreitungsgebiet der Douglasfichte vorkommt. Sie wurde 1926 erstmalig in Schottland, 1930 gleichzeitig in Dänemark, Deutschland und Holland beobachtet. Zahlenmäßige Unterlagen über die schädliche Wirkung des Parasiten liegen noch nicht vor.

Schwerer noch als Europa hat Amerika unter den Folgen der Einschleppung von Pflanzenschädlingen zu leiden. Mindestens die Hälfte der in den Vereinigten Staaten schädlichen Insekten sind fremden Ursprungs.[4]) Von den „Vier apokalyptischen Reitern" (four horsemen)[5]) der amerikanischen Insektenseuchen sind nicht weniger als drei eingeschleppt worden: *Anthonomus grandis, Blissus leucopterus* und *Mayetiola destructor*. Als der schädlichste von allen gilt der aus Mexiko stammende und etwa 1890 in die Vereinigten Staaten eingedrungene Baumwollkapselkäfer. Die durch ihn verursachten Ertragsausfälle schätzt Hinds[6]) auf 20—40% einer Normalernte, was einer Menge von 2—5 Millionen Ballen Baumwolle entspricht. Hinds berechnet weiter, daß der Baumwollverbraucher in U. S. A. infolge der gestiegenen Preise eine „boll weevil tax" von nicht weniger als 10 Dollar je Kopf bezahlt, was bei einer Bevölkerung von über 100 Millionen Köpfen einen Betrag von über 1 Milliarde Dollar ergibt als Tribut an diesen „Mexican bandit". Die Weizenwanze ist ursprünglich in Südamerika heimisch gewesen und von dort vor Mitte des 19. Jahrhunderts über Mittelamerika nach den Vereinigten Staaten und Kanada vorgedrungen. Der Gesamtverlust in U. S. A. wird für die Zeit von 1850—1909 auf 350 Millionen Dollar angegeben[7]), während die Schätzungen der durchschnittlichen Jahresverluste sich zwischen 7 und 100 Millionen Dollar bewegen. Die Hessenfliege, vermutlich schon 1779 nach Nordamerika eingeschleppt, hat im Herbst 1899 und Frühjahr 1900 allein im Staate Ohio Ertragsausfälle im Werte von 17 Millionen Dollar verursacht.[7]) Von den neuerdings nach Nordamerika eingeschleppten Schädlingen verdient besonders der Maiszünsler hervorgehoben zu werden, der 1907 erstmalig in Boston festgestellt wurde, wohin er wahrscheinlich sieben Jahre vorher mit Hirseladungen aus Ungarn und Italien gebracht worden war. Seitdem hat er sich in Nordamerika zu einem Großschädling ersten Ranges entwickelt, von dem bereits im Jahre 1924 in den Vereinigten Staaten 65 000 qkm befallen waren. Der Kornausfall im Jahre 1920 ist auf 90 Millionen t im Werte von 119 Millionen Dollar berechnet worden.[8]) Dem amerikanischen Luzernebau ist ein gefährlicher Feind in dem Blattnager *(Phytonomus variabilis)* erwachsen, der erstmalig 1904 in Utah beobachtet wurde und sich von hier aus bis zum Jahre 1926 auf weitere sechs angrenzende Staaten ausgebreitet hat.[9]) Die Zahl der Beispiele für die verheerenden Folgen der Schädlingseinschleppung in den Vereinigten Staaten ließe sich leicht vermehren. Weber[4]) gibt an, daß die Verluste an Ernteprodukten, die allein durch die vor 1912 eingeschleppten Schädlinge heute alljährlich verursacht werden, auf nicht

---

[1]) Dieses Handbuch Bd. 2. 5. Aufl. Berlin 1928, S. 441.

[2]) Zattler, F., Die Bekämpfung der *Peronospora*-Krankheit des Hopfens und die erzielten Erfolge in Bayern im Jahre 1917. Prakt. Blätter f. Pflanzenbau u. Pflanzensch. **5**, 1928, 254.

[3]) van Vloten, H., *Rhabdocline pseudotsugae* Sydow, oorzaak eener ziekte van Douglasspar. Santpoort 1932.

[4]) Weber, G. A., The plant quarantine and control administration. Washington 1930, S. 2.

[5]) Speers, L. C., Insects'toll on agriculture forces new control methods. New York Times vom 31. 8. 1930.

[6]) Hinds, W. E., Progress in cotton boll weevil control. Journ. econ. Entomol. **19**, 1926, 113.

[7]) Dieses Handbuch Bd. 5. 4. Aufl. Berlin 1932, S. 432.

[8]) Wilke, S., Der Maiszünsler *(Pyrausta nubilalis Hb.)*, eine neue Gefahr für den Körnermaisbau. Deutsche Landw. Presse **53**, 1926, 248.

[9]) Reeves, G. I., Alfalfa weevil control methods. Yearbook of Agriculture 1926. U. S. Dept. Agric. Wash. 1927, 121—122.

weniger als etwa 1 Milliarde geschätzt werden. Wenn auch die Vereinigten Staaten vielleicht besonders schwer betroffen sind, so liegen die Verhältnisse für die Mehrzahl der andern Länder grundsätzlich vollkommen gleichartig.

Vereinzelt wird darauf hingewiesen, daß die Einschleppung von Schädlingen auch nützliche Folgen gehabt habe, indem die gesamte Landeskultur oder die Kultur der von der Einschleppung betroffenen Pflanzenarten durch die in der Folge notwendig gewordenen Maßnahmen gehoben worden sei. So erwähnt Morstatt[1]), daß die Baumwollpflanzer von Alabama dem Baumwollkapselkäfer ein Denkmal gesetzt hätten, weil durch seine Einschleppung das ganze Wirtschaftsleben der Baumwollzone entscheidend umgestaltet worden und er damit „ein Führer zum Wohlstand" geworden sei. Thiem[2]) bespricht die mit der Überwindung der Reblauskrise verbundenen Vorteile, die weinbaulicher, wirtschaftlicher und kultureller Art sind, und macht sich die von anderer Seite aufgestellte Behauptung zu eigen, daß die Reblaus eine Bahnbrecherin des Fortschritts sei.

Diese Auffassung dürfte der Bedeutung der Frage kaum ganz gerecht werden. Man müßte sonst folgerichtig den Standpunkt vertreten, daß die von Frankreich zu erwartende Einschleppung des Koloradokäfers für die deutsche Landwirtschaft als ein Glück anzusehen ist! Es ist selbstverständlich, daß man, wenn die Kultur einer Pflanzenart durch Einschleppung eines Schädlings in ihrem Bestehen bedroht ist, sein ganzes Denken und Trachten darauf richtet, dieser Gefahr Herr zu werden. Daß man in diesem Bestreben zu Maßnahmen gelangt, die gegenüber den bisher gebräuchlichen Verfahren eine mehr oder minder große Verbesserung bedeuten, liegt natürlich im Bereich der Möglichkeit. Deshalb kann unter Umständen, wie Thiem[2]) von der Reblauskrise meint, das Unglück sich für viele in ein Glück verwandeln. Wer aber will die Gewähr übernehmen, daß diese ideale Lösung gefunden wird? In der Mehrzahl der Fälle wird man zufrieden sein müssen, wenn man zu einem modus vivendi gelangt, der trotz der durch die Aufwendungen für die Bekämpfungsmaßnahmen gesteigerten Produktionskosten und der durch die Schädigungen verminderten Erträge die Aufrechterhaltung der gefährdeten Kultur ermöglicht. Dieser Ausgleich, der stets erst nach einer mehr oder weniger langen Reihe von besonders verlustreichen Jahren zu erreichen und dadurch von vornherein belastet sein wird, bedeutet immer noch eine gegenüber der Lage vor der Einschleppung erhöhte Belastung der Wirtschaft des einzelnen wie des Volkes. Wäre das nicht der Fall, so wären die modernen Bestrebungen der Immunitätszüchtung überhaupt nicht zu verstehen.

Die Betrachtungen über Schaden und Nutzen der Einschleppung von Pflanzenschädlingen müssen deshalb notgedrungen zu dem Schluß führen, daß auf jeden Fall ihre Verhinderung den Vorzug gegenüber ihrer Zulassung verdient. Die Frage ist nur, welche Maßnahmen uns zur Verfügung stehen, um dieses Ziel zu erreichen. Wie schwierig sie zu beantworten ist, zeigt die Einstellung von Stakman[3]) sehr deutlich; er meint, es sei viel leichter zu beweisen, daß Pflanzenschutzgesetze wünschenswert seien, als Gesetzesmaßnahmen und Durchführungsvorschriften vorzuschlagen, die einen richtigen Schutz der Interessen des Pflanzenbaues ohne besondere Härten gewährleisteten, Härten, die zur Unzufriedenheit führten und eine billige Durchführung erschwerten.

b) Begriffsbegrenzung

Alle Maßnahmen, welche der Verhinderung der Einschleppung oder Verschleppung von Pflanzenkrankheiten dienen, faßt man heute gemeinhin als Pflanzenquarantäne zusammen. Am treffendsten dürfte dieser Begriff durch die Definition des National Plant Board umrissen sein.

---

[1]) Dieser Band S. 19.

[2]) Thiem, H. in Seeliger, R., Der neue Weinbau. Berlin 1933, S. 20—22.

[3]) Stakman, E. C., Die Bedeutung eines Pflanzenschutzgesetzes für die europäischen Länder. Mitt. Deutsche Landw. Ges. **46**, 1931, 515.

Das National Plant Board ist eine im Jahre 1926 durch die Initiative der American Association of Economic Entomologists ins Leben gerufene, nicht-amtliche Dachorganisation für die damals bereits bestehenden vier Vereinigungen, welche die verantwortlichen Quarantänebeamten der westlichen, der zentralen, der mittelatlantischen und nordöstlichen und der südlichen Staaten zusammenfassen.

Das National Plant Board hat 1931 Grundsätze der Pflanzenquarantäne (Principles of plant quarantine) aufgestellt, in denen unter Punkt 1 folgende Definition der Pflanzenquarantäne gegeben ist[1]): „A quarantine is a restriction, imposed by duly constituted authorities, whereby the production, movement or existence of plants, plant products, animals, animal products, or any other article or material, or the normal activity of persons, is brought under regulation, in order that the introduction or spread of a pest may be prevented or limited, or in order that a pest already introduced may be controlled or eradicated, thereby reducing or avoiding losses that would otherwise occur through damage done by the pest or through a continuing cost of control measures."

Ganz abgesehen davon, daß meines Wissens weder die deutsche Literatur noch die anderer Länder eine Begriffsbestimmung für Pflanzenquarantäne bringt, erscheint es auch deswegen naheliegend, diejenige des National Plant Board zum Ausgangspunkt der Betrachtungen über Absperrmaßnahmen zu machen, weil die Vereinigten Staaten, insbesondere aber der Staat Kalifornien durch seine eigentümliche geographische Lage, in der Ausgestaltung der Pflanzenquarantäne seit langem eine führende Stellung einnehmen und sich mit den einschlägigen Fragen auf das eingehendste befaßt haben.

Aus der Definition geht hervor, daß es sich bei der Pflanzenquarantäne genau wie bei der Quarantäne zur Abwendung von Menschen- und Tierseuchen um Maßnahmen handelt, die von der Staatsgewalt verordnet werden. Das kommt in den Worten „duly constituted authorities" eindeutig zum Ausdruck. Aber auch ohne diesen ausdrücklichen Hinweis ist bei dem Wesen der Quarantäne eine Lösung der Aufgaben der Pflanzenquarantäne auf einem anderen Wege als dem der obrigkeitlichen Verordnungen nicht denkbar. Ein wirksamer Schutz eines Staatsgebietes gegen die Einschleppung und Verschleppung von Pflanzenschädlingen würde niemals zu erreichen sein, wenn es der Einsicht und dem guten Willen des einzelnen überlassen bleiben würde, ob und wieweit er sich an diesen Schutzmaßnahmen beteiligen will, die ihn unter Umständen in seiner wirtschaftlichen Freiheit mehr oder minder schwer beeinträchtigen und wirtschaftliche Verluste zur Folge haben. In den meisten Staaten der Welt ist deshalb, nachdem man sich über die Wichtigkeit eines solchen Schutzes klar geworden ist, eine Pflanzenquarantäne durch Gesetze und Verordnungen eingeführt worden, deren Ausgestaltung im einzelnen entsprechend den ganz verschieden gelagerten Belangen und Möglichkeiten weitgehende Unterschiede aufweist. Seit langem macht sich das Bestreben geltend, bei aller Würdigung der besonderen Erfordernisse des Einzelstaates die Pflanzenquarantäne der ganzen Welt unter einheitliche Gesichtspunkte zu bringen, um auf diese Weise eine engere Zusammenarbeit aller Staaten und damit eine Steigerung der Wirksamkeit der

[1]) Leiby, R. W., Report of secretary of National Plant Board. Journ. econ. Entom. **25**, 1932, 486—487.

Pflanzenquarantäne zu erreichen. Diese Bestrebungen fanden ihren ersten sichtbaren Ausdruck in dem Entwurf zu einer Internationalen Phytopathologischen Konvention, dessen Wortlaut 1914 auf der Internationalen Phytopathologischen Konferenz in Rom festgesetzt wurde. Zu der angestrebten Ratifikation dieser Konvention durch die Regierungen der beteiligten Staaten ist es durch den Ausbruch des Weltkrieges nie gekommen. Die Bestrebungen um Vereinheitlichung der Grundlagen der Pflanzenquarantäne aller Staaten sind jedoch nach Beendigung des Krieges erneut aufgenommen worden. Am 16. 4. 1929 wurde in Rom zwischen den Vertretern von 46 Ländern ein neues internationales Pflanzenschutzabkommen vereinbart, das sich in seinem Wortlaut eng an den Entwurf von 1914 anlehnt.[1])

Nach Artikel 23 soll dieses Abkommen in Kraft treten: für die ersten drei souveränen Länder, welche es ratifiziert haben, sechs Monate nach dem Tage der dritten Ratifikation, für die übrigen Länder jeweils sechs Monate nach der Hinterlegung der Ratifikations- oder Beitrittsurkunde. Als erste haben Ägypten, Italien und Finnland ihre Ratifikationsurkunden am 30. 6. 1930 bzw. 27. 10. 1930 bzw. 15. 7. 1931 hinterlegt. Demnach ist für diese Staaten das Abkommen am 15. 1. 1932 in Kraft getreten. Seitdem haben weitere Staaten das Abkommen ratifiziert.

Daß aber auch mit diesem Abkommen das Ziel noch keineswegs erreicht ist, beweist eindeutig die folgende 1935 von Güssow in der phytopathologischen Sektion eingebrachte und vom 6. Internationalen Botaniker-Kongreß in Amsterdam angenommene Entschließung:[2])

Der Sechste Internationale Botaniker-Kongreß drückt die Überzeugung aus, daß ein durchgreifender und dauernder Kampf gegen Pflanzenkrankheiten und Insektenschäden nur wirkungsvoll sein kann, wenn er auf internationaler Grundlage und in enger Zusammenarbeit geführt wird; daß international eine möglichst rege und häufige Aussprache über die Fragen der Kontrolle der Pflanzenkrankheiten stattfinden muß, um den wünschenswerten Gesundheitszustand von Pflanzen und Pflanzenerzeugnissen für den Export zu gewährleisten; er ist einmütig der Ansicht, daß dies den internationalen Handel auf den entsprechenden Gebieten sehr erleichtern wird. Er schlägt vor, diesen Beschluß dem Völkerbund zu unterbreiten, um ihn wissen zu lassen, daß der Kongreß die Absicht des Völkerbundes, sich mit phytopathologischen Fragen eingehend zu beschäftigen, auf das wärmste unterstützt; der Kongreß bittet den Völkerbund, diesen Problemen besondere Beachtung zu widmen.

Auf die Pflanzenquarantäne als Gegenstand der Pflanzenschutzgesetzgebung wird an anderer Stelle dieses Handbuchs ausführlich eingegangen. Im Rahmen der Pflanzenhygiene hat die Besprechung der Pflanzenquarantäne zunächst die grundlegenden Gesichtspunkte darzulegen, unter welche sie gestellt werden muß, wenn sie ihrer eigentlichen Aufgabe gerecht werden soll. Anschließend ist ein Überblick über die Maßnahmen der Pflanzenquarantäne zu geben. Dabei muß, schon aus Gründen der Raumbeschränkung, von einer restlosen Anführung der zahlreichen in den einzelnen Ländern geltenden Bestimmungen abgesehen werden; auf eine solche kann auch um so eher verzichtet werden, als diese Bestimmungen häufig einem schnellen Wechsel unterliegen. Es kann sich deshalb hier nur darum handeln, die Durchführung der Quarantäne in ihren Grundzügen an Hand möglichst treffender Beispiele darzustellen.

---

[1]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **2**, 1929, 169—174.
[2]) Proceed. 6. Internationaler Bot. Congr. Amsterdam 1935 **1**, 1936, 405.

c) Grundlagen der Pflanzenquarantäne

Vorbedingung für eine zweckentsprechende Gestaltung der Pflanzenquarantäne ist zunächst eine klare Zielsetzung. Nach der Definition des National Plant Board ist der Zweck der Pflanzenquarantäne ein doppelter. Einmal kann es sich darum handeln, die Einschleppung oder Ausbreitung einer „Seuche" zu verhindern oder einzuschränken, zum andern darum, eine bereits eingeschleppte „Seuche" zu bekämpfen oder auszurotten. Daß damit kein Selbstzweck verfolgt wird, bedarf eigentlich kaum der Erwähnung. Trotzdem wird es in der Definition noch klar ausgesprochen: Es sollen auf diese Weise Verluste vermindert oder vermieden werden, die sonst durch die im Gefolge der „Seuche" auftretenden Schäden oder durch die fortlaufenden Kosten für die Bekämpfung entstehen würden. In Wahrheit ist dieser Hinweis freilich doch nicht so überflüssig, wie es zunächst scheinen mag. Er deutet nämlich einen der wichtigsten Gesichtspunkte an, die vor Einführung einer Quarantänemaßnahme zu beachten sind.

1. Wirtschaftliche Gesichtspunkte

Smith und seine Mitarbeiter[1]) haben in einer umfangreichen und sehr gründlichen Arbeit über die Pflanzenquarantäne in Kalifornien betont, daß die Bewertung der Pflanzenquarantäne nicht nur ein biologisches Problem ist, sondern auch nach wirtschaftlichen Maßstäben zu messen ist. Sie haben das Grundsätzliche gerade dieser Seite des Gesamtfragenkomplexes, die in den meisten sich mit der Pflanzenquarantäne befassenden Veröffentlichungen nur eine untergeordnete Rolle spielt und völlig zurücktritt hinter der Erörterung der biologischen Fragen, eingehend beleuchtet. Wollte man es in einer Formel zusammenfassen, so entspräche es etwa dem, zunächst vielleicht als überflüssig erscheinenden Schlußteil der Definition des National Plant Board. Dieser besagt letzten Endes nichts weiter, als daß vor Einführung einer Pflanzenquarantänemaßnahme auf das gewissenhafteste die Frage zu prüfen ist: in welchem Verhältnis stehen die mit dieser Einführung notgedrungen verbundenen Kosten sowie vor allem die sich aus ihr ableitenden mannigfachen Weiterungen für die Wirtschaft der Gesamtheit und des einzelnen zu denjenigen Verlusten und Kosten, mit denen nach einer infolge des Fehlens jeglicher Überwachung erfolgenden Einbürgerung des Schädlings, gegen den sich die Maßnahme richtet, zu rechnen ist. Dabei mag zunächst unterstellt werden, daß durch die Quarantäne ein vollkommener Ausschluß des Schädlings erreicht wird, eine Voraussetzung, deren Berechtigung später noch zu erörtern sein wird.

Die Abwägung der wirtschaftlichen Folgen der Einführung bzw. Unterlassung einer Quarantäne begegnet großen Schwierigkeiten. Was zunächst die Folgen der Einbürgerung eines Schädlings betrifft, so wird die Betrachtung der biologischen Seite des Problems noch zeigen, daß es nur sehr bedingt möglich ist, auf Grund der Schädigungen in einem anderen Lande Schlüsse auf deren Ausmaß nach der Einschleppung des Schädlings in ein neues Gebiet zu ziehen. Dazu kommt, daß die statistische Erfassung von Schäden, die

[1]) Smith, H. S. u. a., The efficacy and economic effects of plant quarantines in California. Univ. California, Bul. **553**, 1933, 12.

durch Pflanzenkrankheiten hervorgerufen werden, bekanntlich überhaupt große Unsicherheitsfaktoren in sich schließt.[1]) Man darf auch nicht vergessen, daß die mengenmäßigen Verluste nur einen Teil der Schäden darstellen. Qualitätsminderungen fallen häufig nicht weniger ins Gewicht. Weiter erfährt die Preisbildung nicht nur der von dem betreffenden Schädling befallenen Frucht weitgehende Veränderungen; auch die Preisbildung anderer Fruchtarten kann stark in Mitleidenschaft gezogen werden. Es kann zu grundlegenden Veränderungen im gesamten Anbauverhältnis und zu tiefgreifenden Umgestaltungen der landwirtschaftlichen Betriebsverhältnisse des ganzen Landes kommen, wie das von Morstatt[1]) erwähnte Beispiel der Einbürgerung des mexikanischen Baumwollkapselkäfers in Alabama erkennen läßt. Die Einschleppung eines Schädlings in ein Land kann ferner dadurch von weittragender Bedeutung werden, daß andere mit diesem im Handelsverkehr stehende Staaten, in denen der Schädling noch nicht auftritt, daraufhin Quarantänemaßnahmen treffen, die den Absatz der betroffenen Waren sehr erschweren. Diese Hinweise mögen genügen, um zu zeigen, wie schwer die wirtschaftlichen Folgen der Einbürgerung eines Schädlings in ihrer Gesamtheit zu übersehen und richtig zu bewerten sind; trotzdem muß eine möglichst sorgfältige Abschätzung dieser Werte unbedingt gefordert werden. Verhältnismäßig leicht dagegen werden sich die Kosten ermitteln lassen, die für die fortlaufende Bekämpfung des eingeschleppten Schädlings aufzuwenden sind. Ihre Höhe wird sich u. a. danach richten, ob die Bekämpfung vollkommen neuartige Maßnahmen erfordert oder ob sie sich mit bereits gegen andere Schädlinge zur Anwendung gelangenden oder mit gebräuchlichen Kulturmaßnahmen verbinden läßt. In letzterem Falle wird der einzusetzende Betrag erheblich geringer ausfallen.

In gleicher Weise wie die Folgen der Unterlassung einer Quarantänemaßnahme sind diejenigen ihrer Einführung möglichst genau abzuschätzen. Zunächst muß hervorgehoben werden, daß erstere von vornherein letzterer gegenüber insofern benachteiligt ist, als sie notgedrungen stets in irgendeiner Weise in einen bisher völlig freien und ungebundenen Reise- und Handelsverkehr störend eingreifen muß, indem sie ihn bestimmten Beschränkungen unterwirft. Sie wird deshalb von jedem Betroffenen, der die tieferen Zusammenhänge nicht kennt, als eine Verschlechterung gegenüber dem bisherigen Zustand empfunden werden. Dieses psychologische Moment gewinnt dadurch an Gewicht, daß es bei einem außerordentlich großen Kreis von Menschen ausgelöst wird; durch die Einführung werden unmittelbar viel mehr Menschen betroffen als durch die Unterlassung der Quarantäne, da ja unter der Einschleppung eines Schädlings unmittelbar nur diejenigen zu leiden haben, die sich mit dem Anbau der befallenen Pflanzenart befassen, während in den Reise- und Handelsverkehr ein ungleich größerer Anteil der Bevölkerung eines Landes einbezogen ist. Wenn auch diesem psychologischen Moment selbstverständlich keine entscheidende Bedeutung beigemessen werden darf, so muß es doch bei der Bewertung der Folgen einer Quarantäne unbedingt berücksichtigt werden, zumal es bei der praktischen Durchführung eine noch zu erwähnende Verpflichtung auferlegt. Verhältnismäßig

[1]) Näheres siehe diesen Band S. 3 ff., 19.

leicht werden sich die Kosten für die Durchführung der Maßnahme feststellen lassen. In ganz ähnlicher Weise wie diejenigen für die fortlaufende Bekämpfung werden sie niedrig sein, wenn bereits ein Quarantänedienst besteht, in dessen Rahmen sich die neue Überwachung unschwer eingliedern läßt, während sie sich wesentlich höher stellen werden, wenn ein solcher erst ins Leben gerufen werden muß. Sehr viel schwerer sind dagegen die weiteren Wirkungen zu übersehen, welche die Einführung einer Quarantänemaßnahme nach sich ziehen kann. Sie werden naturgemäß weitgehend durch die Art der Quarantäne bestimmt werden, die, wie noch zu zeigen sein wird, in sehr verschiedener Weise zur Durchführung gelangen kann. Ein vollständiges Einfuhrverbot wird sich viel einschneidender auswirken, als wenn die Einfuhr zugelassen und nur von der Erfüllung bestimmter Bedingungen abhängig gemacht wird. Ersteres wird unter Umständen die Preisgestaltung in dem geschützten Gebiet nicht unerheblich beeinflussen können, wobei von Bedeutung sein wird, wie dringend das unter die Quarantäne fallende Erzeugnis benötigt wird. Es wird sich hierbei um die Beachtung ganz ähnlich gelagerter Zusammenhänge handeln können, wie sie die Einführung von Schutzzöllen nach sich ziehen kann. Dieser Vergleich weist schließlich noch auf einen letzten sorgfältig zu prüfenden Gesichtspunkt hin. Bekanntlich werden Schutzzölle fast stets von dem betroffenen Einfuhrland mit Maßnahmen ähnlicher Art beantwortet, um die nachteiligen Wirkungen auszugleichen. Eine solche Rückwirkung darf ebenso bei der Einführung von Quarantänemaßnahmen nicht außer acht gelassen werden. Sie braucht auch nicht immer sichtbaren Ausdruck in dem Erlaß von Quarantänebestimmungen durch das Einfuhrland zu finden. Dieses kann unter Umständen eine viel nachhaltigere Gegenwirkung durch eine zweckentsprechende Umstellung seiner landwirtschaftlichen Erzeugung erreichen, indem es die von dem Einfuhrverbot betroffenen Kulturen zugunsten anderer einschränkt, mit denen es dem Quarantäneland Konkurrenz machen kann.

Zu derartigen „Vergeltungsmaßnahmen" sollte freilich die Einführung einer Quarantäne niemals führen. Von den verschiedensten Seiten wird davor gewarnt, sich zu einer solchen aus handels- oder finanzpolitischen Erwägungen bestimmen zu lassen. „Such procedure is not an honest application of the principles of plant quarantine."[1]) Fleury[2]) hat sich aufs schärfste dagegen verwahrt, die Politik in die Quarantäne hineinzutragen.

Als warnendes Beispiel führt er die Aufhebung der innerstaatlichen Quarantänemaßnahmen gegen den Maiszünsler *(Pyrausta nubilalis)* in den Vereinigten Staaten an, die am 15. 7. 1932 erfolgt ist, nachdem der Kongreß für das am 1. 7. 1932 beginnende Rechnungsjahr statt des geforderten Betrages von 795000 Dollar nur 295000 Dollar für die Durchführung der Abwehrmaßnahmen zur Verfügung gestellt hat.[3]) Infolgedessen beschränkt sich seitdem das Department of Agriculture auf die Beobachtung der Verbreitung des Schädlings und Anregungen zu seiner Bekämpfung, während die Verhinderung seiner Verschleppung in bisher unverseuchte Gegenden den interessierten Einzelstaaten überlassen bleibt. Fleury gibt dazu noch die

---

[1]) Nach einem Vortrag von H. T. Güssow auf dem 6. Internationalen Botaniker-Kongreß in Amsterdam 1935.

[2]) Fleury, A. C., Recent trends in plant quarantine. Monthly Bul. Dep. Agric. California **32**, 1934, 65.

[3]) Nachrichtenblatt f. d. Deutschen Pflanzenschutzdienst **12**, 1932, 81.

weitere bemerkenswerte Erläuterung: „It is interesting to note that the materially lessened appropriation carried a proviso that no part of it should be used for highway inspection, thus largely nullifying ability of the Federal Bureau of Plant Quarantine to give proper enforcement. This effort to interfere in enforcement apparently was based on objections of certain individuals having a personal interest in the area under quarantine, whose influence brought about revocation, regardless of what might be the future effect on those corn-growing states to which the pest has not spread."

Auch das Internationale Pflanzenschutzabkommen von 1929 hat sich erfreulicherweise diese Auffassung ausdrücklich zu eigen gemacht.

Artikel 8 verpflichtet die Vertragsländer, Ein- oder Durchfuhrverbote für Pflanzen oder Pflanzenteile aus einem bestimmten Herkunftslande aus Gründen des Pflanzenschutzes nur zu erlassen, wenn das Vorkommen einer Pflanzenkrankheit oder eines Schädlings in dem Gebiete dieses Landes tatsächlich festgestellt worden ist und wenn eine wirkliche Notwendigkeit besteht, die Kulturen des Landes, welches das Einfuhrverbot erlassen hat, davor zu schützen.[1])

2. Biologische Gesichtspunkte

Smith und seine Mitarbeiter[2]) betonen, daß „economic embargos disguised as quarantines in name only tend to discredit all sound quarantines and should be avoided". Deshalb messen sie dem Nachweis, daß eine Quarantäne „biologisch gesund" ist, große Bedeutung bei und halten es für außerordentlich wichtig, von der Erfüllung dieser Forderung auch die Bevölkerung desjenigen Landes zu überzeugen, gegen dessen Erzeugnisse sich die Quarantäne richtet, weil auf diese Weise am ehesten die Einführung von Vergeltungsmaßnahmen verhütet werden wird.

Die Frage, wann eine Quarantäne als „biologisch gesund" zu betrachten ist, leitet über zu den biologischen Gesichtspunkten, die vor Einführung einer Quarantäne zu prüfen und weiterhin ständig einer Nachprüfung zu unterziehen sind, um gegebenenfalls eine nicht mehr als „biologisch gesund" zu betrachtende Maßnahme wieder aufzuheben oder durch zweckentsprechende Umgestaltung den veränderten Verhältnissen anzupassen.

Als Beispiele für die aus einer Nachprüfung möglicherweise sich ergebenden Folgerungen führt Fleury[3]) die Aufhebung der Quarantäne Kaliforniens gegen den Citruskrebs und die Milderung der Maßnahmen gegen die Citrusmelanose an. Nachdem der Citruskrebs in Florida wieder ausgerottet ist, besteht kein Grund, die Quarantäne gegen ihn noch aufrecht zu erhalten. Der Erreger der Citrusmelanose in Kalifornien wird neuerdings als identisch mit dem der Citrusmelanose in den Golfstaaten angesehen; Unterschiede im Ausmaß der Schädigungen werden auf klimatische Einflüsse zurückgeführt. Deshalb erscheint in diesem Fall eine Milderung der Maßnahmen gerechtfertigt.

Von einer „biologisch gesunden" Pflanzenquarantäne verlangen Orton und Beattie[4]), daß sie sich auf die Naturgesetze gründet, welche die Verbreitung von Parasiten bestimmen. Auch Güssow[5]) bezeichnet als brauchbar nur die-

[1]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **2**, 1929, 171.

[2]) Smith, H. S., u. a., The efficacy and economic effects of plant quarantines in California. Agric. Exp. Stat. California, Bul. **553**, 1933, S. 59.

[3]) Fleury, A. C., Recent trends in plant quarantine. Monthly Bul. Dep. Agric. California **32**, 1934, 64.

[4]) Orton, W. A., and Beattie, R. K., The biological basis of foreign plant quarantines. Phytopathology **13**, 1923, 306.

[5]) Güssow, H. T., Vortrag gehalten auf dem 6. Internationalen Botaniker-Kongreß in Amsterdam 1935.

jenigen Maßnahmen, die sich auf allgemein anerkannte biologische Grundsätze stützen, und Orton und Beattie[1]) sprechen von einer Gefahr, sich unwirksamen Beschränkungen ohne entsprechenden Nutzen zu unterwerfen, wenn die Quarantäne sich nicht auf das sichere wissenschaftliche Fundament gesunder biologischer Grundgedanken gründet. Da alle Quarantänemaßnahmen letzten Endes darauf abzielen, die Verbreitung von Parasiten, deren Auftreten auf bestimmte Gebiete beschränkt ist, über die Grenzen dieser hinaus zu verhindern, ist es vom biologischen Gesichtspunkt vor allem erforderlich, möglichst genau darüber unterrichtet zu sein, wie diese Verbreitung vor sich gehen kann. Nur auf dieser Grundlage läßt sich ein einigermaßen sicheres Urteil darüber gewinnen, wie weit Quarantänemaßnahmen Aussicht auf durchgreifenden Erfolg haben werden. Die verschiedenen Möglichkeiten der Verbreitung sind im wesentlichen bereits von Morstatt[2]) in diesem Handbuch bei Besprechung der Übertragung des Krankheitserregers zusammengestellt worden. Mit welchen von diesen im einzelnen Fall zu rechnen ist, hängt, abgesehen von der besonderen Lebensweise des Parasiten, gegen den sich die Quarantäne richten soll und die deshalb genau bekannt sein muß, vor allem davon ab, ob es sich um Gebiete handelt, die mehr oder weniger weit voneinander entfernt liegen, oder um solche, die aneinander grenzen. Butler[3]) unterscheidet danach zwischen „discontinuous or long-distance spread" und „continuous or short-range spread". Räumliche Trennung der beiden fraglichen Gebiete, bei der in erster Linie an eine Lage auf verschiedenen Kontinenten gedacht ist, kann auch durch andere natürliche Schranken bedingt sein, wie sie in hohen Gebirgen oder ausgedehnten, der Wirtspflanzen des Schädlings völlig ermangelnden Flächen gegeben sind. Schulbeispiele hierfür liefern insbesondere Indien und Kalifornien. Die Möglichkeiten der Verbreitung von Schädlingen unter diesen Umständen sind von Butler[3]) und Smith und seinen Mitarbeitern[4]) ausführlich erörtert worden. Letztere kommen zu dem Ergebnis, daß in geschichtlicher Zeit kein Fall bekannt geworden ist, in dem pflanzliche Schädlinge über einen Ozean anders als durch die Einrichtungen des Menschen verbreitet worden sind, während für tierische Schädlinge dieser Nachweis in einigen wenigen Fällen erbracht worden ist. Auch beim Vorhandensein anderer natürlicher Schranken trifft diese Feststellung im wesentlichen zu. Eine Ausnahme scheint die Einwanderung des Spargelrostes nach Kalifornien zu machen, die höchstwahrscheinlich auf die Verbreitung der Sporen durch den Wind zurückzuführen ist. Dieser Möglichkeit kommt entscheidende Bedeutung bei dem Vordringen eines Schädlings von einem Gebiet in ein angrenzendes anderes zu, das durch keinerlei natürliche Grenzen von dem ersteren getrennt ist. Hier sind auch alle anderen überhaupt denkbaren Möglichkeiten zu berücksichtigen, unter denen freilich die Maßnahmen und Einrichtungen des Menschen wiederum

---

[1]) Orton, W. A., and Beattie, R. K., The biological basis of foreign plant quarantines. Phytopathology **13**, 1923, 29.

[2]) Morstatt, H., Dieses Handbuch Bd. 1, 1. Teil. 6. Aufl. Berlin 1933, S. 121.

[3]) Butler, E. J., The dissemination of parasitic fungi and international legislation. Mem. Dep. Agric. India Bot. Ser. **9**, 1917, 4.

[4]) Smith, H. S., u. a., The efficacy and economic effects of plant quarantines in California. Univ. California, Bul. **553**, 1933, 21—25.

eine hervorragende Rolle spielen. Auf Einzelheiten wird noch bei Besprechung der verschiedenen Formen der Quarantäne einzugehen sein.

Um die Frage beantworten zu können, ob einer „discontinuous" oder einer „continuous spread" entgegenzuwirken ist, ist eine genaue Kenntnis der geographischen Verbreitung des betreffenden Schädlings erforderlich. Die ersten Anhaltspunkte hierfür wird die floristische Pflanzengeographie zu liefern haben, deren Aufgabe es u. a. ist, die Wohnbezirke der Florenelemente und ihre Besonderheiten festzustellen und nach der Bedingtheit dieser Bezirke zu forschen.[1]) Häufig wird sie aber nicht in der Lage sein, auf die besonderen Fragen der Pflanzenquarantäne eine restlos erschöpfende Antwort zu geben. Diesem Zweck werden Zusammenstellungen, wie die früher erwähnten, am besten gerecht werden können. Bisher verfügen aber nur die wenigsten Länder über solche; zum mindesten liegen sie nicht gedruckt vor und werden auch sicherlich häufig aus handelspolitischen Erwägungen nicht bekannt gegeben werden. Deshalb hat Güssow[2]) neuerdings gefordert, daß jedes Land einen Beobachtungsdienst einrichtet, dessen Aufgabe es ist, sich auf das sorgfältigste über das Vorkommen von Pflanzenschädlingen und über die von diesen befallenen Flächen zu unterrichten. Fortlaufend sollen dann Berichte, in denen offen und ehrlich Aufklärung über den Stand des Auftretens gegeben wird, allen Ländern zugestellt werden.

Ist so zunächst die Möglichkeit geschaffen, sich über die geographische Verbreitung der Schädlinge den erforderlichen Aufschluß zu verschaffen, so handelt es sich nun weiter darum, zu entscheiden, gegen welche von ihnen man Quarantänemaßnahmen einführen will und soll. Die früher erwähnte Internationale Phytopathologische Konvention von Rom bestimmt in Artikel 11, daß jedes ihr angeschlossene Land eine Liste derjenigen Pflanzenkrankheiten und Schädlinge aufstellt, gegen die es geschützt zu sein wünscht. In dem Entwurf von 1914 war noch ausdrücklich darauf hingewiesen, daß von vornherein alle schon weitverbreiteten Krankheiten nicht aufgenommen werden sollten, weil eine Quarantäne gegen diese ja ohnehin zwecklos sein würde. Bei der Wahl, welche von den nicht allgemein verbreiteten Krankheiten in derartige Zusammenstellungen einzubeziehen sein würden, müssen nun wiederum weitgehend biologische Gesichtspunkte Berücksichtigung finden. Zunächst freilich wird es den Anschein haben, als ob für diese Entscheidung ausschließlich die wirtschaftliche Frage maßgebend sein darf, mit welchen Schäden nach der Einschleppung des Schädlings zu rechnen ist. Dabei wird man geneigt sein, die in anderen Ländern in dieser Beziehung gesammelten Erfahrungen zum Maßstab zu machen. Bei genauerer Prüfung stellt sich jedoch heraus, daß eine Voraussage auf dieser Grundlage vielfach außerordentlich unsicher ist. Man hat sehr häufig feststellen müssen, daß ein Schädling, der in einem anderen Gebiet verhältnismäßig harmlos ist, nach seiner Einschleppung in ein neues schwerste Schäden verursacht oder aber auch daß der umgekehrte Fall eintritt, so daß gleichsinniges Verhalten durchaus nicht die Regel ist. Welche von diesen drei Möglichkeiten verwirklicht wird, richtet sich einmal nach den biologischen Eigentümlichkeiten des in Frage stehenden Para-

[1]) Diels, L., in Schneiders Handwörterbuch der Botanik. 2. Aufl. Leipzig 1917, S. 510.
[2]) Güssow, H. T., Vortrag gehalten auf dem 6. Internationalen Botaniker-Kongreß in Amsterdam 1935.

siten, zum andern danach, ob es sich um „continuous" oder um „discontinuous spread" handelt und ob die Entwicklungsbedingungen, unter denen namentlich das Klima von ausschlaggebender Bedeutung ist, im ursprünglichen und im zu schützenden Gebiet einander weitgehend ähneln oder mehr oder weniger voneinander abweichen. Welche mannigfaltigen Umstände dabei noch im Spiel sind, zeigt die von Orton und Beattie[1]) vorgenommene Aufstellung von verschiedenen Typen der Störung des biologischen Gleichgewichts in dem bedrohten Land. Entweder findet der neu eingeführte Schädling anfällige Wirte vor oder eine neu eingeführte Pflanze wird durch neue Schädlinge angegriffen oder ihre bisherigen Schädlinge werden miteingeführt. Geographische Verbreitung und Lebensweise müssen deshalb nicht nur für den Schädling, sondern auch für seine Wirtspflanzen bekannt sein und außerdem noch die Entwicklungsbedingungen in dem ursprünglichen und in dem zu schützenden Gebiet. Demnach wird die Beantwortung der Frage, gegen welche Schädlinge Quarantänemaßnahmen ergriffen werden sollen, in erster Linie von biologischen Gesichtspunkten bestimmt, wie das auch eindeutig in den weiteren Richtlinien zum Ausdruck gekommen ist, die der Entwurf der Phytopathologischen Konvention von 1914 für die Zusammenstellung der erwähnten Listen vorgesehen hatte, die freilich in die Konvention von 1929 nicht übernommen worden sind. Es sollten nämlich nur diejenigen Schädlinge aufgenommen werden, die epidemisch auftreten, eine „destructive or at least very harmful action" auf Kulturpflanzen ausüben und leicht mit lebenden Pflanzen oder Teilen von solchen verbreitet werden. Für welche die zweite Voraussetzung zutrifft, steht aber nur für dasjenige Gebiet fest, in dem der betreffende Schädling bereits verbreitet ist. Wie er sich nach seiner Einschleppung in ein anderes verhalten wird, kann nur mit mehr oder minder großer Wahrscheinlichkeit vorausgesagt werden. Um diese Gefahr möglichst zutreffend und rechtzeitig abzuschätzen, hat Cook[2]) eine Methodik für eine Verbreitungsprognose ausgearbeitet, die an anderer Stelle dieses Handbuchs bereits ausführlich wiedergegeben ist.[3]) Sie umfaßt im wesentlichen möglichst genaue Ermittlungen über das gegenwärtige Verbreitungsgebiet des Schädlings, das nach der Stärke seines Auftretens in drei Untergebiete aufgeteilt wird, weiterhin sorgfältige Erhebungen über die in diesen herrschenden klimatischen Faktoren und schließlich einen Vergleich der günstigen und ungünstigen Klimate des bisherigen mit dem Klima des zu schützenden Gebietes.

Cook hat seine Methodik nach eigenen Untersuchungen über die Verbreitung des Getreideschädlings *Agrotis orthogonia Morr.* und des gefürchteten Luzerneschädlings *Phytonomus variabilis Hbst.* ausgearbeitet. Namentlich die Ausbreitung des letzteren hat bis zum Jahre 1931 sehr gut der Voraussage entsprochen. Nach dem von Cook angegebenen Verfahren hat erstmalig Gjullin[4]) diejenigen Gebiete kartographisch festgelegt, in denen die Mittelmeerfruchtfliege *Ceratitis capitata Weid.* bei weiterer Verschleppung mehr oder minder schwere Schäden verursachen wird. Der Erfolg der Prognose bleibt abzuwarten. Durch einfache Gegen-

[1]) Orton, W. A., and Beattie, R. K., The biological basis of foreign plant quarantines. Phytopathology **13**, 1923, 298—302.

[2]) Cook, W. C., Notes on predicting the probable future distribution of introduced insects. Ecology **12**, 1931, 245—247.

[3]) Siehe Bd. 1, 1. Teil. 6. Aufl. Berlin 1933, S. 184.

[4]) Gjullin, C. M., Probable distribution of the mediterranean fruit fly *(Ceratitis capitata Weid.)* in the United States. Ecology **12**, 1931, 248—258.

überstellung der Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse im nördlichen Nordamerika und in Deutschland hat Mansfeld[1]) die Frage zu beantworten gesucht, ob sich der Koloradokäfer unter den klimatischen Verhältnissen Deutschlands dauernd behaupten können wird. Er kommt zu dem Ergebnis, daß in West- und Süddeutschland eine klimatische Behinderung nicht zu bestehen scheint, wogegen im Nordosten möglicherweise die Trockenheit das Vorrücken des allerdings sehr anpassungsfähigen Tieres aufhalten könnte.

Das Verfahren von Cook betrifft vorerst nur die tierischen Schädlinge. Morstatt[2]) meint nun, daß bei der Untersuchung der ökologischen Bedingtheit der Pilzkrankheiten Möglichkeit und Stärke des Angriffs auf die Pflanze für die Forschung im Vordergrund des Interesses ständen, während die an sich große Vermehrungsfähigkeit der Pilze mehr als gegeben angesehen und ihre Beeinflussung durch Außenfaktoren nicht besonders untersucht werde. Bei den tierischen Schädlingen dagegen sei die Größe des Schadens fast ausschließlich der Menge der schädlichen Individuen proportional, und der Zustand der Pflanze, d. h. also ihre Disposition und Prädisposition spiele hier seltener eine Rolle. Deshalb habe sich die entomologische Forschung in ihrer neueren ökologischen Richtung auf das Problem der Vermehrung konzentriert. Es muß somit vorerst dahingestellt bleiben, ob ein Verfahren der Verbreitungsprognose, das sich für tierische Schädlinge bewährt hat, in gleicher Weise auch für pflanzliche brauchbar ist oder ob es gewisser Anpassungen an deren Besonderheiten bedarf. Zweifellos ist die Ausarbeitung zuverlässiger Verfahren für die Voraussage, ob die Einschleppung eines Schädlings in ein bisher von ihm nicht besiedeltes Gebiet zu seiner Einbürgerung und zu schweren Schäden für die Landeskultur führen wird, von nicht zu unterschätzender Bedeutung. Denn sie allein gibt die Möglichkeit, die Einführung einer Quarantäne von vornherein zu vermeiden, die überflüssig und zwecklos ist, weil eine Einbürgerung des Schädlings selbst bei seiner Einschleppung gar nicht zu erwarten ist, und zu einer solchen nur in denjenigen Fällen zu schreiten, in denen tatsächlich ernste Gefahr droht. Es leuchtet ein, daß damit unnötige Beunruhigung und Störung des Handels- und Reiseverkehrs vermieden und das Vertrauen zur Wirksamkeit der Pflanzenquarantäne gehoben wird.

d) Durchführung der Pflanzenquarantäne.

Sind alle Vorbedingungen, wie sie als biologische und wirtschaftliche Gesichtspunkte hier kurz dargelegt sind, vor der geplanten Einführung einer Quarantäne sorgfältig geprüft worden mit dem Ergebnis, daß sie in dem gekennzeichneten Sinne als erfüllt angesehen werden können, so handelt es sich nun darum, sich darüber klar zu werden, in welcher Form die Quarantäne zur Durchführung gelangen soll. Nach der Definition des National Plant Board fallen ihr zwei verschiedene Aufgaben zu: sie soll einmal die Einschleppung oder Ausbreitung einer „Seuche" verhindern oder einschränken und zum andern eine bereits eingeschleppte bekämpfen oder ausrotten. Smith und seine Mitarbeiter[3]) weisen

---

[1]) Mansfeld, K., Der Koloradokäfer im Klima Deutschlands. Nachrichtenbl. f. d. Deutsch. Pflanzenschutzd. 4, 1924, 45—46.

[2]) Dieses Handbuch Bd. 1, 1. Teil. 6. Aufl. Berlin 1933, S. 175.

[3]) Smith, H. S., u. a., The efficacy and economic effects of plant quarantines in California. University California, Bul. 553, 1933, 10.

freilich mit Recht darauf hin, daß es sich letzten Endes in beiden Fällen um das gleiche Ziel handelt, nämlich um den Schutz noch nicht verseuchter Flächen gegen das Einschleppen von Schädlingen; denn auch die Bekämpfung oder Ausrottung einer eingeschleppten Seuche erfolgt im Grunde nur in dieser Absicht. Trotzdem entbehrt diese Zweiteilung nicht einer gewissen, zum mindesten praktischen Berechtigung, weil ihr im wesentlichen grundverschiedene Formen der Quarantäne entsprechen. Für diese ist nämlich von entscheidender Bedeutung, welche Stufe der Ausbreitung ein Schädling erreicht hat. Schwarz[1]) unterscheidet bei der Ausbreitung von Tieren drei solche Stufen, die Verschleppung, die Einschleppung und die Einbürgerung.

Verschleppung bedeutet nichts weiter, als daß die Tiere von den Transportmitteln des Verkehrs mitgeführt werden. Nur ein Teil von ihnen gelangt auf diesem Wege lebend in das neue, bisher nicht besiedelte Gebiet und erreicht damit die zweite Stufe der Ausbreitung, die Einschleppung. Man spricht in diesem Falle von Adventivformen. Erst die dritte Stufe aber ist diejenige, die dem Schädling die Ausdehnung seines Verbreitungsgebiets über die bisherigen Grenzen hinaus gewährleistet: die Einbürgerung besagt, daß die Einschleppung für ihn von Erfolg gekrönt gewesen ist, weil er in dem neuen Gebiet zusagende Entwicklungsbedingungen gefunden hat und deshalb dort festen Fuß hat fassen können. Das gleiche gilt sinngemäß für die Pflanzen, nur daß hier die erste Stufe der Ausbreitung, die heute schon bei den Tieren von untergeordneter Bedeutung sein dürfte, fast vollkommen belanglos ist, weil fast alle Gebiete der Welt, wie Butler[2]) betont, durch die Beschleunigung des Verkehrs gewissermaßen so eng aneinander gerückt sind, daß die große Mehrzahl der pflanzlichen Krankheitserreger mit ihren Wirtspflanzen sie lebend erreichen kann.

Wenn man versucht, die Maßnahmen der Quarantäne entsprechend der eben gekennzeichneten zweifachen Aufgabe zu den jeweils gegebenen Stufen der Ausbreitung in Beziehung zu bringen und in zwei Gruppen zusammenzufassen, so muß man feststellen, daß eine scharfe Scheidung nicht immer möglich ist. Im Falle der Einbürgerung eines Schädlings z. B. muß das unmittelbar getroffene Gebiet in erster Linie schnellstens zu Bekämpfungs- und Ausrottungsmaßnahmen greifen. Das allein genügt jedoch nicht, da ja der Erfolg dieser Maßnahmen keineswegs gesichert ist. Um eine Verseuchung des gesamten Staatsgebiets von den zunächst stets nur örtlich begrenzten Herden aus zu verhüten, ist es erforderlich, diese durch zweckentsprechende Maßnahmen abzusperren. Von dem noch nicht befallenen Gebiet aus gesehen handelt es sich also um Vorkehrungen gegen die Einschleppung. Die Maßnahmen, die man in diesem Fall trifft, sind aber ganz anderer Art als diejenigen, an die man bei der Verhinderung oder Einschränkung der Einschleppung oder Ausbreitung im Sinne der Definition des National Plant Board denkt. Obwohl also die gleiche Aufgabe der Verhütung der Einschleppung zu lösen ist, gelangt die Quarantäne in ganz verschiedener Form zur Anwendung. Andererseits kann auch zur Lösung verschiedener Aufgaben dieselbe Maßnahme herangezogen werden. Nach der Einbürgerung eines Schädlings muß ein Überwachungsdienst eingerichtet werden, um sein etwaiges Vorrücken frühzeitig und möglichst genau verfolgen zu können. Ein

[1]) Schwarz, E. A., *Coleoptera* common to North America and other countries. Proceed. ent. Soc. Wash. **1**, 1889, 182—194.

[2]) Butler, E. J., The dissemination of parasitic fungi and international legislation. Mem. Dep. Agric. India Bot. Ser. **9**, 1917, 23.

solcher Dienst ist gleichzeitig aber auch eine wichtige Voraussetzung für den Erfolg der Quarantäne gegen die Einschleppung von Schädlingen in andere Länder. Die erstrebte Zusammenfassung der Quarantänemaßnahmen ist also unter alleiniger Berücksichtigung der Ausbreitungsstufen nur sehr bedingt zu erreichen. Man kommt diesem Ziel aber erheblich näher, wenn man noch einen weiteren Gesichtspunkt heranzieht, der bereits früher erwähnt worden ist, und auf den das eben angedeutete Beispiel für die Anwendung verschiedenartiger Maßnahmen zur Lösung der gleichen Aufgabe hinweist. Die verschiedene Form der Quarantäne ist hier nämlich dadurch bedingt, daß in dem einen Fall das gegen die Einschleppung zu schützende Gebiet an das von dem Schädling bereits befallene unmittelbar angrenzt, in dem anderen dagegen durch natürliche Schranken wie ausgedehnte Wasserflächen, hohe Gebirgszüge und dergleichen von ihm getrennt ist. Infolgedessen sind für die Einschleppung, wie früher gezeigt, ganz verschiedene Verbreitungsfaktoren entscheidend, und diesen sind die Quarantänemaßnahmen weitgehend anzupassen. Es wurde in diesem Zusammenhang bereits auf die Wichtigkeit der von Butler getroffenen Unterscheidung zwischen „continuous" und „discontinuous spread" hingewiesen. Legt man diese gemeinsam mit den Ausbreitungsstufen der Zusammenfassung der Quarantänemaßnahmen zugrunde, so läßt sich die Zweiteilung entsprechend der zweifachen Aufgabe wesentlich straffer durchführen, wenngleich auch dann noch eine vollkommene Trennung nicht immer möglich ist. Die so erreichbare reinliche Scheidung erfährt nun in der Regel dadurch wieder eine Einschränkung, daß noch ein weiterer Gesichtspunkt hineingetragen wird, der insofern voll berechtigt ist, als ja die Pflanzenquarantäne genau wie jede andere Quarantäne von der Staatsgewalt verordnet wird. Infolgedessen ist es naheliegend, ihre Maßnahmen vom Standpunkt des einzelnen Staates aus zu betrachten. Von diesem aus gesehen kann man zwischen Maßnahmen des Grenzschutzes und solchen zur Sperrung der Seuchengebiete unterscheiden. In dem ersten Fall handelt es sich dann um die Verhütung der Schädlingseinschleppung in das betreffende Staatsgebiet, im zweiten um die Verhinderung der weiteren Verschleppung im Staatsgebiet bei gleichzeitiger Bekämpfung und Ausrottung des eingebürgerten Schädlings. Das mexikanische Pflanzenschutzgesetz vom 30. 6. 1927[1]) bringt diese Trennung deutlich zum Ausdruck, indem es in Kapitel II von den Kontrollzonen und Quarantänen innerhalb des Landes und in Kapitel V von den äußeren Quarantänen spricht. In den Vereinigten Staaten von Nordamerika wird die Foreign Plant Quarantine der Domestic Plant Quarantine gegenübergestellt.[2]) Die erstere regelt die Bestimmungen für die Überwachung der Einfuhr von Pflanzen, Pflanzenerzeugnissen und Insekten aus fremden Ländern und dem Inselbesitz des Bundes in das Bundesgebiet. Die letztere umfaßt Entwurf, Prüfung und Durchführung der verschiedensten Maßnahmen innerhalb des Bundesgebietes.

[1]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen 1, 1928, 233, 235.

[2]) Weber, G. A., The plant quarantine and control administration. Washington 1930, S. 96, 99.

1. Grenzschutz

α) Bedingungslose Einfuhrverbote

Wenn Smith und seine Mitarbeiter[1]) meinen, die erste Maßnahme, um Pflanzenschädlinge von einem Gebiet fernzuhalten, habe wahrscheinlich in einer Untersuchung des eingeführten Pflanzenmaterials auf den Befall durch Schädlinge bestanden und in der Ablehnung der Freigabe alles desjenigen, was Anzeichen einer Erkrankung aufwies, so dürfte dies nicht den Tatsachen entsprechen, zum mindesten nicht, soweit es sich um eine wirkliche Quarantäne d. h. um eine vom Staat verordnete Maßnahme des Grenzschutzes handelt. Denn anscheinend ist eine solche erstmalig durch das Deutsche Reich getroffen worden. Es verbot 1873[2]) jede Einfuhr von Reben zum Verpflanzen und 1875[2]) die Einfuhr von Kartoffeln aus Amerika sowie von Schalen und Abfällen von solchen und von Säcken oder sonstigen Gegenständen, welche zur Verpackung oder Verwahrung derartiger Kartoffeln oder Kartoffelabfälle gedient haben.

Das erste Gesetz hat 1879[2]) insofern eine Abänderung erfahren, als das Verbot der Einfuhr auf alle Reben, gleichviel ob dieselben zum Verpflanzen geeignet sind oder nicht, sowie auf alle sonstigen Teile des Weinstocks, insbesondere auch auf Rebenblätter ausgedehnt worden ist. Trauben sind von dem Verbot ausgenommen, wenn zu ihrer Verpackung keine Rebenblätter verwendet worden sind. 1883 nach Abschluß der internationalen Reblauskonvention vom 3. 11. 1881 ist noch eine weitere Verschärfung des Verbots erfolgt, indem nunmehr auch ausgerissene Weinstöcke, trockenes Rebholz, Kompost, Düngererde, gebrauchte Weinpfähle und Weinstützen einbezogen worden sind. Das Einfuhrverbot für Kartoffeln hat 1923[2]) eine Erweiterung erfahren, indem nunmehr nach der Einbürgerung des Koloradokäfers in Frankreich die Einfuhr von Kartoffeln, Tomatenpflanzen, Auberginen und Johannisbeersträuchern auch aus diesem Lande verboten worden ist. Auch hier sind Säcke und sonstige Gegenstände, die zur Verpackung oder Verwahrung solcher Früchte, Pflanzen, Sträucher und Abfälle gedient haben, eingeschlossen.

Daß Einfuhrverbote (complete embargoes) die ersten Maßnahmen der Quarantäne gewesen sind, ist auch deshalb wahrscheinlich, weil ihre Durchführung den geringsten Schwierigkeiten begegnet. Bedarf es doch in diesem Falle keinerlei besonders geschulter Kräfte, wie sie für die Untersuchung von Pflanzenmaterial auf Schädlingsbefall nicht zu entbehren sind. Es kommt lediglich darauf an, daß diejenigen Stellen, die die gesamte Einfuhr in das zu schützende Gebiet überwachen, über die Fähigkeit verfügen, die zur Einfuhr nicht zugelassenen Gegenstände richtig anzusprechen. Diese Voraussetzung wird um so eher erfüllt sein, je geringer die Zahl der unter das Verbot fallenden Gegenstände ist, und je mehr sie allgemein bekannt sind, wie es z. B. für Kartoffeln zutrifft.

Daß freilich sogar bei einem solchen Gegenstand des täglichen Verbrauchs Zweifel entstehen können, zeigt ein Schreiben des Deutschen Reichskanzlers[2]) vom 9. 8. 1906 an die Regierungen der Deutschen Grenzstaaten über die zu Unrecht erfolgte Zurückweisung einer Sendung „süßer Kartoffeln". Der betreffenden Zollabfertigungsstelle war nicht bekannt gewesen, daß hierunter die Batate, *Ipomoea batatas*, zu verstehen ist, die zu *Solanum tuberosum* keinerlei verwandtschaftliche Beziehungen hat.

[1]) Smith, H. S., u. a., The efficacy and economic effects of plant quarantines in California. Univ. California, Bul. 553, 1933, 82—83.

[2]) Noack, M., Die Pflanzenschutzbestimmungen für die Einfuhr, Ausfuhr und Durchfuhr lebender Pflanzen und frischer Pflanzenteile im Deutschen Reich. Berlin 1926, S. 17, 18, 28, 30.

Es ist also unbedingt erforderlich, daß die Benennung der unter das Gesetz fallenden und der einzuführenden Gegenstände so eindeutig erfolgt, daß keine derartigen Verwechslungen möglich sind. Die erwähnten Gesetze weisen auf ein weiteres wichtiges Erfordernis hin. Da das Verbot der Einfuhr die Einschleppung des Schädlings, gegen den es sich richtet, verhindern soll, ist ohne weiteres klar, daß dieses Ziel nur dann erreicht werden kann, wenn tatsächlich alle überhaupt denkbaren Möglichkeiten der Einschleppung unterbunden werden. Deshalb sind neben der eigentlichen oder hauptsächlichen Wirtspflanze noch weitere Arten, die erfahrungsgemäß von dem Schädling befallen werden, und vor allem auch das Versandmaterial von der Einfuhr auszuschließen. Hier liegt eine der Hauptschwierigkeiten des Einfuhrverbots. In manchen Fällen wird die Liste der unter dieses aufzunehmenden Gegenstände außerordentlich umfangreich werden.

Ein besonders anschauliches Beispiel dafür bietet die von den Vereinigten Staaten von Nordamerika erlassene Pflanzenschutzverordnung Nr. 70 vom 21. 10. 1933 über die Regelung der Einfuhr von Ulmenteilen und Erzeugnissen aus Ulmenholz[1]). Nach dieser ist die Einfuhr folgender Waren vom europäischen Festland in die Vereinigten Staaten verboten: a) Samen, Blätter, Pflanzen, Stecklinge und Pfropfreiser von Ulmen oder verwandten Pflanzen, b) Klötze, Bauholz, Nutzholz oder Furniere solcher Pflanzen, wenn Rinde daran ist, c) Lattenkisten, Kisten, Fässer, Verpackungsleisten und andere Behälter sowie andere ganz oder teilweise aus Ulmen oder verwandten Holzarten hergestellte Gegenstände, wenn das Ulmenholz oder das Holz verwandter Pflanzen nicht frei von Rinde ist. Unter „Ulmen oder verwandte Pflanzen" werden Angehörige jeder Art und jeder Gattung der Familie der *Ulmaceen* verstanden.

Es leuchtet ein, daß je größer die Zahl der von der Einfuhr auszuschließenden Gegenstände ist und je weniger allgemein bekannt und leicht erkennbar diese sind, um so unübersichtlicher die Bestimmungen werden und um so eher die Möglichkeit eines Übersehens gegeben ist und besondere Sachkenntnis erforderlich wird. Dazu kommt vor allem, daß selbst bei weitest gespanntem Rahmen niemals die Erfassung aller Möglichkeiten für die Einschleppung gewährleistet werden kann. Aus dieser Erkenntnis heraus sind die Vorschläge zu verstehen, nicht an grundsätzlich freier Einfuhr festzuhalten und nur für bestimmte Gegenstände Einfuhrverbote zu erlassen, sondern umgekehrt vorzugehen, indem man grundsätzlich jede Einfuhr verbietet und nur bestimmte Fälle hiervon ausnimmt. So hat v. Tubeuf[2]) 1928 den Erlaß eines Reichspflanzenschutzgesetzes gefordert, durch das vor allem die Einfuhr bewurzelter Pflanzen nach Deutschland allgemein verboten würde. Dadurch würde die Gefahr wegfallen, Krankheitserreger einzuschleppen, die sich in oder an den bewurzelten Pflanzen selbst, in der Ballenerde und am Verpackungsmaterial befinden. Auch v. Geyr[3]) hat gefordert, daß die Einführung lebender Pflanzen und Pflanzenteile für die Forstwirtschaft unbedingt und gänzlich untersagt werde. Man sei auf solche Einführungen keineswegs angewiesen, Sämereien genügten der Forstwirtschaft durchaus. Wenn aber in Einzel- und Sonderfällen bestimmte Formen nur durch Pfropf-

[1]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **6**, 1934, 74.

[2]) Tubeuf, v., Reichspflanzenschutzgesetz. Ztschr. f. Pflanzenkrankh. u. Pflanzensch. **38**, 1928, 65—70.

[3]) Geyr, H. v., Anbau ausländischer Holzarten. Mitt. Deutsche Dendrol. Ges. 1929, 182.

reiser oder Stecklinge eingeführt werden könnten, so müßte eben auf solche im Interesse des allgemeinen Pflanzenschutzes verzichtet werden. In die gleiche Richtung weist es, wenn Orton und Beattie[1]) dafür eintreten, den interkontinentalen Handel mit lebenden Pflanzen auf das mit den volkswirtschaftlichen Erfordernissen eben noch verträgliche Maß zu beschränken. Das wird mit Einfuhrverboten allein kaum zu erreichen sein. Demgemäß hat v. Geyr[2]) bereits 1925 und seitdem zu wiederholten Malen[3])[4]) auch den Erlaß von Ausfuhrverboten verlangt. Viel wichtiger und erfolgreicher als ein deutsches Einfuhrverbot erscheint es ihm, wenn Nordamerika, von dem Deutschland aufs äußerste durch Einschleppung immer neuer Pflanzenfeinde bedroht sei, im eigenen und internationalen Interesse außer zu seinem eigenen Schutz jede Einfuhr auch zugunsten Europas jede Ausfuhr von Pflanzen verbieten würde.

Auf der anderen Seite haben aber die offensichtlichen Schwierigkeiten und Mängel, die im Gefolge von Einfuhrverboten unvermeidlich sind, auch zu der gegenteiligen Forderung geführt, von dem Erlaß von solchen gänzlich Abstand zu nehmen. Schon 1898 hat Sorauer[5]) auf der Skandinavischen Naturforscherversammlung in Stockholm erklärt, daß Einfuhrverbote vom phytopathologischen Standpunkt aus höchstens nur als Versuch in seltenen Fällen zulässig erscheinen.

Ihre Nützlichkeit sei noch nirgends erwiesen, so daß sie nur unter ganz besonderen Umständen Erfolg in Aussicht stellen könnten. Dagegen seien sie mit zahlreichen Nachteilen verbunden, unter denen auch die Einschläferung der Bevölkerung in eine unbegründete Sicherheit angeführt wird, während es doch gerade darauf ankomme, Gärtner, Land- und Forstwirte zur persönlichen Mitarbeit bei sachgemäßer Beurteilung erkrankter Kulturen heranzuziehen und die Ausbildung eines allgemeinen sachverständigen Überwachungsdienstes in Angriff zu nehmen.

In gleichem Sinne hat er sich 1900 auf dem internationalen landwirtschaftlichen Kongreß in Paris[6]) geäußert, während er späterhin seinen Standpunkt anscheinend etwas geändert hat. Denn 1908 hält er „alle Einfuhrverbote nach dem Erscheinen eines Parasiten in einer Gegend für nutzlose Verschwendung von Zeit und Geld, die besser zu sofortigen Studien über die Natur des Parasiten und Einschränkungsversuchen durch geeignete Kulturmittel verwendet werden könnten.“[7]) Bemerkenswert ist weiter, daß dieses offenbar gemilderte Urteil mit dem Hinweis begründet wird, es sei praktisch vollkommen unmöglich,

---

[1]) Orton, W. A., and Beattie, R. K., The biological basis of foreign plant quarantines. Phytopathology **13**, 1923, 306.

[2]) Geyr, H. v., Die Douglasienwollaus. Forstl. Wochenschr. Silva **13**, 1925, 81—83.

[3]) Geyr, H. v., Anbau ausländischer Holzarten. Mitt. Deutsche Dendrol. Ges. 1929, 182.

[4]) Geyr, H. v., Die Douglasienschütte. Der Deutsche Forstwirt **13**, 1931, 274. Wie ist *Rhabdocline pseudotsugae* zu bekämpfen? Der Deutsche Forstwirt **13**, 1931, 498.

[5]) Sorauer, P., Die Pflanzeneinfuhrverbote vom phytopathologischen Standpunkt betrachtet. Verhandl. 15. Skandinav. Naturforschervers. Stockholm 1898. (Nach Justs Bot. Jahresber. 2. Abt. **27**, 1899, 364.)

[6]) Sorauer, P., Die Prädisposition für parasitäre Krankheiten. Ztschr. f. Pflanzenkrankh. **10**, 1900, 360.

[7]) Sorauer, P., Anmerkung zu R. Schander, Das Auftreten des amerikanischen Stachelbeermehltaus *Sphaerotheca mors uvae Berk.* in Deutschland im Jahre 1907. Internation. phytopath. Dienst **1**, 1908, 121.

eine Gegend durch Absperrungsmaßregeln vor Pilzsporen zu schützen. Demnach bleibt noch die Frage offen, ob Einfuhrverbote als Maßnahme gegen die Einschleppung von tierischen Schädlingen in gleichem Sinne zu werten sein sollen. Mit dieser hat sich insbesondere Reh[1]) beschäftigt und ist dabei grundsätzlich zu demselben Ergebnis gekommen. Er meint, allgemeine Verbote seien wohl überhaupt nicht oder äußerst selten angebracht, während solche gegen gewisse Tiere oder Pflanzen bzw. Pflanzengruppen in einigen Fällen kaum zu vermeiden sein dürften. Reh führt auch die Stellungnahme einer ganzen Reihe weiterer Autoren an, wobei er es leider an einer scharfen Scheidung fehlen läßt, ob Einfuhrverbote oder die gleich zu besprechenden Einfuhrbeschränkungen abgelehnt werden. Hervorgehoben sei hier nur der Standpunkt von Ritzema Bos[2]), weil dieser Autor ihn ausführlich begründet.

Er lehnt Einfuhrverbote ab, weil sie zunächst höchst lästig und nachteilig für Ackerbau und Handel und somit sehr schädlich für die Allgemeinheit seien. Ferner seien sie häufig dadurch überflüssig geworden, daß die betreffenden Schädlinge, wie sich später herausgestellt habe, ohnehin sich in dem zu schützenden Lande nicht einbürgern konnten. Weiter seien die Verbote stets zu spät erlassen worden, um eine Einschleppung zu verhindern. Schließlich denke man naturgemäß nicht daran, Einfuhrverbote gegen Parasiten zu erlassen, die in ihrer ursprünglichen Heimat nicht schädlich seien, es aber nach ihrer Einschleppung in das zu schützende Land oft würden.

Unterzieht man die Meinungen für und wider den Erlaß von Einfuhrverboten einer genaueren Prüfung und wägt sie gegeneinander ab, so kommt man zu dem Ergebnis, daß sich die widersprechenden Standpunkte, so unvereinbar sie zunächst erscheinen mögen, doch miteinander bis zu einem gewissen Grade in Einklang bringen lassen, wenn man sie unter einem der bereits erörterten biologischen Gesichtspunkte betrachtet. Offenbar kann nämlich sowohl die eine wie die andere Partei recht haben, je nachdem ob es sich um die Verhütung von „continuous" oder „discontinuous spread" handelt. v. Geyr[3]) weist mit Recht darauf hin, daß ein Gesetz, das etwa den Verkehr mit Holzpflanzen innerhalb von Festeuropa einschränken wollte, international seinem Zweck nicht entsprechen könnte, weil beispielsweise Schädlinge eines Douglasienbestandes in Holland nicht gehindert werden könnten, auf einen deutschen jenseits der Grenze hinüberzufliegen. Er schlägt dann vor, man solle auf der Nordhalbkugel fünf Gebiete ausscheiden, zwischen denen jeder Verkehr mit allen lebenden Pflanzen verboten würde. Diese Gebiete umgrenzt er in großen Zügen als England, Festeuropa, Ostasien, Japan, Amerika. Wenn dadurch auch nicht alle dem deutschen Wald von auswärts drohenden Gefahren gebannt würden, so würde doch eine sehr wesentliche und unmittelbare Gefahrenquelle dem Versiegen nahegebracht werden. In ähnlicher Weise hat neuerdings Güssow[4]) den Zusammenschluß

[1]) Reh, L., Über Einfuhrbeschränkungen als Schutz gegen die Einschleppung pflanzenschädlicher Insekten. Ztschr. f. angew. Entomol. **4**, 1918, 235.

[2]) Ritzema Bos, J., Welke zijn de beste maatregeln, die van staatswege kunnen worden genomen om onzen land- en tuinbouw zooveel megelijk te vrijwaren tegen plantenziekten en schadelijke dieren, welke van elders zouden kunnen worden geimporteerd? Tijdschr. over Plantenziekten **13**, 1907, 138.

[3]) Geyr, H. v., Anbau ausländischer Holzarten. Mitt. Deutsche Dendrolog. Ges. 1929, 182.

[4]) Güssow, H. T., Vortrag gehalten auf dem 6. Internationalen Botaniker-Kongreß in Amsterdam 1935.

ausgedehnter Länderkomplexe unter phytopathologisch-biologischen Gesichtspunkten vorgeschlagen. Ein- bzw. Ausfuhrverbote werden also dann gerechtfertigt sein, wenn sie die Verschleppung von Krankheitserregern über große Entfernungen oder andere natürliche Schranken der oben erwähnten Art verhindern sollen. Ob und in welchem Umfang sie im einzelnen Fall zu erlassen sind, kann nur auf Grund gewissenhaftester Prüfung aller wirtschaftlichen und biologischen Gesichtspunkte entschieden werden, die um so nachhaltiger zu fordern ist, als es sich bei Ein- und Ausfuhrverboten ja, wie früher angedeutet, um die einschneidendsten aller Quarantänemaßnahmen handelt. Wenn aber Reh[1]) meint, es sei unmöglich, auf die Dauer ein fremdes Schadinsekt von einem Lande fernzuhalten, falls die Bedingungen für die Einschleppung und die Einbürgerung günstig seien, und zum Beweis für die Richtigkeit seiner Auffassung die wiederholte Einbürgerung des Koloradokäfers in Deutschland und England trotz der strengen Einfuhrverbote anführt, so dürfte ganz im Gegenteil die Verhinderung der Einbürgerung des Koloradokäfers in Europa bis etwa zum Jahre 1920 und in Deutschland bis zum heutigen Tage der beste Beweis für die Wirksamkeit von Einfuhrverboten sein, wenn die eben gekennzeichnete Voraussetzung gegeben ist und die Durchführung einwandfrei erfolgt. Letzteres ist in Frankreich, vermutlich infolge der vermehrten Schwierigkeiten während des Weltkrieges, zweifellos nicht der Fall gewesen. Als 1922 die ersten ausgedehnten Herde des Käfers entdeckt wurden, war seine Einbürgerung bereits vollzogen und seine Ausrottung nicht mehr möglich, während sie bekanntlich in Deutschland bei frühzeitiger Entdeckung zu wiederholten Malen gelungen ist. Ob mit einem solchen Erfolg gerechnet werden kann, wird sehr verschieden beurteilt. Sorauer[2]) z. B. sieht nur geringe Aussicht auf Erfolg, wenn bei Einwanderung eines Pilzes die ersten bekannt werdenden Krankheitsherde durch gänzliches Vernichten der Pflanzen gesäubert werden, weil „die Erfahrung lehrt, daß wir stets mit den erst bemerkten Infektionsherden gleichzeitig solche haben, die zunächst nicht bemerkt worden sind und mittlerweile als weitere Ausbreitungszentren gedient haben". Am deutlichsten kommt die gegensätzliche Auffassung in der Auseinandersetzung zwischen v. Tubeuf[3]) und v. Geyr[4]) über die Maßnahmen zum Ausdruck, die man gegen die weitere Ausbreitung von *Rhabdocline pseudotsugae* ergreifen soll. Während ersterer für Austilgung der Seuchenherde eintritt und glaubt, daß dann durch das Verbot der Einfuhr von Nadelholzpflanzen vom 3. 6. 1930[5]) die Einbürgerung von *Rhabdocline* verhindert werden wird, möchte letzterer von Austilgungsversuchen absehen, da sie ihm von vornherein zur Erfolglosigkeit verurteilt zu sein scheinen, und sieht die einzige Rettung darin, durch Beobachtung, Versuch und Auslese möglichst bald zur Feststellung schütte-

[1]) Reh, L., Über Einfuhrbeschränkungen als Schutz gegen die Einschleppung pflanzenschädlicher Insekten. Ztschr. f. angew. Entomol. **4**, 1918, 233.

[2]) Sorauer, P., Anmerkung zu R. Schander, Das Auftreten des amerikanischen Stachelbeermehltaues *Sphaerotheca mors uvae Berk.* in Deutschland im Jahre 1907. Internation. phytopath. Dienst **1**, 1908, 121.

[3]) Tubeuf, v., Das Spiel mit dem Feuer. Ztschr. f. Pflanzenkrankh. **41**, 1931, 333—339.

[4]) Geyr, H. v., Wie ist *Rhabdocline pseudotsugae* zu bekämpfen? Der Deutsche Forstwirt **13**, 1931, 497—500.

[5]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **3**, 1930, 5.

fester Douglasienformen zu kommen. Es ist klar, daß nach der endgültigen eine Ausrottung nicht mehr zulassenden Einbürgerung eines Schädlings dieser für sein Vordringen in die Nachbarstaaten nicht mehr auf eine „discontinuous", sondern auf eine „continuous spread" angewiesen ist. Einer solchen gegenüber aber trifft die Auffassung von Reh[1]) zu: eine Einschleppung des Schädlings in die Nachbarländer und seine Einbürgerung dort wird durch noch so streng durchgeführte Einfuhrverbote nicht mehr zu verhindern sein. Will man sie nicht aufheben, so können sie nur zum Ziel haben, einerseits die Einschleppung hinauszuzögern und dadurch Zeit zu gewinnen, um Bekämpfungsmaßnahmen auszuarbeiten, andererseits den Strom der eindringenden Schädlinge möglichst einzudämmen.

β) Bedingte Einfuhr

Wenn man nicht zu umfassenden Einfuhrverboten, etwa im Sinne des erwähnten Verbots jeglicher Ein- bzw. Ausfuhr von lebenden Pflanzen und Pflanzenteilen greift, ist man heute, mit Rücksicht auf die häufig einschneidenden Folgen für den gesamten Güteraustausch, im allgemeinen in zunehmendem Maße geneigt, die Einfuhr grundsätzlich zu gestatten, aber von der Erfüllung bestimmter Bedingungen abhängig zu machen. Es zeigt sich hier also eine ähnliche Tendenz wie in der Human- und Veterinärquarantäne, wo man, wie einleitend bemerkt, im Lauf der Entwicklung immer mehr von der Quarantäne in der ursprünglichen Form abgekommen und lediglich zu einer gesundheitlichen Kontrolle aller eingehenden Schiffe, Viehtransporte usw. übergegangen ist. Die Bedingungen, an die die Einfuhrzulassung geknüpft ist, können darin bestehen, daß die Sendungen lediglich von bestimmten Bescheinigungen begleitet sein müssen, in denen nähere Angaben entweder nur über ihre Herkunft oder auch über ihren Gesundheitszustand gefordert werden. Solche Bescheinigungen werden als Gesundheits- und Ursprungszeugnisse bezeichnet.

Ein Ursprungszeugnis wird beispielsweise in der Internationalen Reblaus-Konvention vom 3. 11. 1881[2]) gefordert. Nach Artikel 3 müssen alle nicht zur Kategorie der Rebe gehörigen Pflänzlinge, Sträucher und sonstige aus Pflanzschulen, Gärten und Gewächshäusern stammenden Vegetabilien mit einer Bescheinigung der zuständigen Behörde des Ursprungslandes versehen sein, aus welcher hervorgeht:

a) daß sie von einer Bodenfläche (einer offenen oder umfriedigten Pflanzung) stammen, die von jedem Weinstock durch einen Zwischenraum von wenigstens 20 m oder durch ein anderes Hindernis getrennt ist, welches nach dem Urteil der zuständigen Behörde ein Zusammentreffen der Wurzeln ausschließt;

b) daß jene Bodenfläche selbst keinen Weinstock enthält;

c) daß auf derselben keine Niederlage von Reben sich befindet;

d) daß, wenn auf derselben von der Reblaus befallene Weinstöcke sich befunden haben, eine gänzliche Ausrottung der letzteren, ferner wiederholte Desinfektionen und drei Jahre Untersuchungen erfolgt sind, welche die vollständige Vernichtung des Insekts und der Wurzeln verbürgen.

---

[1]) Reh, L., Über Einfuhrbeschränkungen als Schutz gegen die Einschleppung pflanzenschädlicher Insekten. Ztschr. f. angew. Entomol. 4, 1918, 233.

[2]) Reichsgesetzblatt 1882, 125.

Als Beispiel für ein Ursprungs- und Gesundheitszeugnis sei dasjenige angeführt, das nach der Verordnung zur Abwehr der Einschleppung des Kartoffelkrebses vom 7. 3. 1930[1]) fremde Länder für die Kartoffelausfuhr nach Deutschland beizubringen haben. Hier muß der Sachverständige u. a. bescheinigen,

1. daß die in der näher beschriebenen Sendung enthaltenen Kartoffeln von ihm am heutigen Tage untersucht und frei von Kartoffelkrebs *(Synchytrium endobioticum)* befunden worden sind;

2. daß die Kartoffeln aus einem nicht mit Kartoffelkrebs verseuchten landwirtschaftlichen Betriebe stammen und daß innerhalb eines Umkreises von 2 km von dem Feld, auf dem die Kartoffeln gewachsen sind, Kartoffelkrebs nicht festgestellt worden ist.

Im einzelnen muß der Inhalt der Zeugnisse sich nach den früher besprochenen biologischen Gesichtspunkten richten. Die Internationale Phytopathologische Konvention von Rom hat sich bereits 1914 um Vereinheitlichung dieser Zeugnisse bemüht[2]), für die auch im Anhang des Abkommens von 1929 ein entsprechender Wortlaut vorgesehen ist.[1])

Der Wert derartiger Zeugnisse wird heute, zum mindesten wenn es sich um reine Gesundheitszeugnisse handelt, und vor allem, wenn sie die einzige Bedingung für die Zulassung zur Einfuhr bilden, teilweise stark in Zweifel gezogen. So messen Smith und seine Mitarbeiter[3]) ihnen nur eine sehr beschränkte Bedeutung für die Verhinderung der Einschleppung von Krankheitserregern zu und berufen sich dabei auf die Erfahrungen der Vergangenheit und auf Untersuchungen von Marlatt.[4]) Dieser Autor hat in den Vereinigten Staaten eingehende Pflanzensendungen, denen Gesundheitszeugnisse der Ursprungsländer beigefügt waren, auf Vorhandensein von Krankheitserregern untersucht und solche in großer Zahl gefunden. Smith und seine Mitarbeiter führen auch eine Reihe von Gründen an, warum derartige Zeugnisse nicht vollständiges Freisein von bestimmten oder gar allen Krankheitserregern gewährleisten können. In neuester Zeit hat sich auch Güssow[5]) sehr ablehnend gegen sie ausgesprochen. Sie bieten seiner Überzeugung nach nur wenig Garantie für die Richtigkeit des in ihnen Zugesicherten. Als ihr Hauptzweck erscheint ihm nicht der Schutz des Einfuhrlandes, sondern die Erleichterung der Ausfuhr. Meist läßt deshalb das Einfuhrland es jetzt nicht mehr bei der Forderung nach Vorlage derartiger Zeugnisse bewenden, sondern sieht auch eine Nachprüfung ihrer Richtigkeit durch eigene Untersuchungen beim Grenzübertritt vor. Daß letztere allein ohne Vorlage von Ursprungs- und Gesundheitszeugnissen ebensowenig wie die Zeugnisse allein befriedigen können, ist naheliegend, da ja die Schwierigkeit bzw. Unmöglichkeit der Entdeckung des Krankheitserregers oder kranker Ware — Güssow weist in diesem Zusammenhang insbesondere auf die Viruskrankheiten hin — für beide Fälle in gleicher Weise zutrifft. Smith und seine Mitarbeiter lehnen deshalb diese von ihnen als „inspection at point of destination" bezeichnete Regelung ebenso ab wie die

---

[1]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **3**, 1930, 4; **2**, 1929, 174.

[2]) Butler, E. J., The dissemination of parasitic fungi and international legislation. Mem. Dep. Agric. India Bot. Ser. **9**, 1917, 72—73.

[3]) Smith, H. S., u. a., The efficacy and economic effects of plant quarantines in California. Univ. California, Bul. **553**, 1933, 84—85.

[4]) Marlatt, C. L., Protecting the United States from plant pests. Natl. Geogr. Mag. **40**, 1921, 205—218.

[5]) Güssow, H. T., Vortrag gehalten auf dem 6. Internationalen Botaniker-Kongreß in Amsterdam 1935.

„inspection and certification at point of origin". Sie empfehlen als einzig zuverlässige Maßnahme die „controlled introduction of plants and plant products". Danach soll die Pflanzenquarantäne eine allgemeine Überwachung des gesamten Verkehrs mit Pflanzenmaterial umschließen, in deren Rahmen die Einfuhr nur bei Erfüllung bestimmter Bedingungen genehmigt wird.

Wie ohne weiteres einleuchtet, hat es nur dann einen Sinn, die Genehmigung der Einfuhr von bestimmten Bedingungen abhängig zu machen, wenn gleichzeitig Vorsorge getroffen ist, daß diese auch wirklich erfüllt werden können. Welche Vorkehrungen dazu getroffen werden müssen, ist bereits in der Internationalen Reblaus-Konvention vom 3. 11. 1881[1]) angedeutet.

Artikel 1 dieser Konvention bestimmt: Die vertragschließenden Parteien verpflichten sich, behufs der Ermöglichung eines einheitlichen und wirksamen Vorgehens gegen das Eindringen und die Verbreitung der Reblaus ihre innere Gesetzgebung erforderlichenfalls zu ergänzen und hierbei die nachfolgenden Punkte ins Auge zu fassen:

1. Überwachung der Weinberge, Gärten, Gewächshäuser und Pflanzschulen, ferner Untersuchung derselben nach der Reblaus und im Falle der Auffindung tunlichste Vernichtung des Insekts.

2. Abgrenzung der von dem Übel befallenen Gebiete nach Verhältnis des Auftretens und der Verbreitung desselben innerhalb des Staatsgebiets.

3. Regelung des Versands von Reben und deren Abfällen und Erzeugnissen sowie von Pflanzen, Sträuchern und sonstigen Erzeugnissen des Gartenbaues, um eine Verschleppung des Übels von Ansteckungsherden aus im eigenen Lande oder auf dem Verkehrswege nach anderen Staaten zu verhüten.

4. Die Art der Verpackung bei Versendung von Gegenständen der vorbezeichneten Art sowie Verhütungsmaßregeln und Vorschriften für Fälle der Übertretung der erlassenen Verordnungen.

In Artikel 2 heißt es u. a., daß Pflanzen, Sträucher und sonstige Erzeugnisse von Pflanzschulen, Gärten, Gewächshäusern und Orangerien von einem Staat nach dem andern nur durch die zu diesem Behufe von den vertragschließenden Nachbarstaaten zu bezeichnenden Zollämter eingeführt werden dürfen.

Artikel 3 verlangt, daß bestimmten Gegenständen eine Bescheinigung der Behörde des Ursprungslandes beigegeben werden muß, wonach diese Gegenstände

a) aus einem, soviel bekannt, von der Reblaus verschonten Bezirk herrühren, welcher als solcher auf der in jedem der vertragschließenden Staaten herzustellenden und richtig zu erhaltenden Spezialkarte verzeichnet ist;

b) in jene nicht erst neuerdings eingeführt wurden.

Er bestimmt weiter, daß das Zollamt die fraglichen Gegenstände durch amtliche Sachverständige untersuchen läßt.

Nach Artikel 4 sind Gegenstände, welche nach dem Ausspruch der Sachverständigen mit der Reblaus behaftet sind, nebst dem Verpackungsmaterial sofort an Ort und Stelle durch Feuer zu vernichten. Die Fahrzeuge, welche zum Transport gedient haben, sind unverzüglich und ausreichend mit Schwefelkohlenstoff zu waschen oder mittels irgendeines andern wissenschaftlich als wirksam anerkannten und staatlich genehmigten Verfahrens zu desinfizieren. Jeder Staat soll die geeigneten Maßnahmen treffen, um die strenge Ausführung solcher Desinfizierungen zu sichern.

Aus diesen Bestimmungen ist zunächst zu entnehmen, daß eine bedingte Einfuhr nicht nur bestimmte Vorkehrungen an der Grenze des zu schützenden Gebiets erfordert, sondern solche auch in seinem Innern verlangt. Diese bilden teilweise auch die Voraussetzung für die Durchführung der später zu besprechen-

[1]) Reichsgesetzblatt 1880, 17—21.

den Sperrung der Seuchengebiete zur Verhinderung der Verschleppung von Krankheiten im Lande. Die früher erwähnte Unmöglichkeit, zwischen den beiden großen Gruppen von Quarantänemaßnahmen scharf zu scheiden, wird hier offenbar; sie greifen ineinander. Das zeigt z. B. sehr deutlich das deutsche Gesetz betreffend Maßregeln gegen die Reblauskrankheit vom 6. 3. 1875[1]).

§ 1 dieses Gesetzes ermächtigt den Reichskanzler, Ermittlungen innerhalb des Weinbaugebietes der einzelnen Bundesstaaten über das Auftreten der Reblaus anzustellen. § 2 umgrenzt die Befugnisse der mit diesen Ermittlungen betrauten Organe.

Demnach sind diese Organe ursprünglich vorgesehen worden, um eine Verschleppung der Reblaus innerhalb des Reichsgebietes zu verhüten, da zur Zeit des Erlasses dieses Gesetzes noch keinerlei Regelung für den internationalen Verkehr bestand. Nach Abschluß der Internationalen Reblauskonvention dagegen sind sie auch für den Grenzschutz unentbehrlich geworden. Denn Aufgaben, wie die durch den Artikel 1 den vertragschließendenStaaten übertragenen, die auch die Unterlagen für die Ausstellung von Ursprungszeugnissen liefern, können nur durch besonders geschulte Organe gelöst werden. Solche sind weiter erforderlich, wenn die Einfuhr in das zu schützende Gebiet nur nach vorangegangener Untersuchung der einzuführenden Gegenstände auf Befall durch bestimmte Krankheitserreger zugelassen ist, sei es, daß die Untersuchung in dem Ursprungsland vorzunehmen ist oder daß sich das Einfuhrland eine solche durch seine eigenen Organe vorbehält.

Solange es sich nur um einige wenige und leicht erkennbare Krankheitserreger handelt, auf die bei der Ausstellung von Ursprungs- und Gesundheitszeugnissen zu achten ist, genügt es, im Bedarfsfalle Sachverständige heranziehen zu können.

So ersucht der preußische Minister für Landwirtschaft, Domänen und Forsten in einem Erlaß an die Oberpräsidenten vom 30. 7. 1883[2]), die Sachverständigen schleunigst zu ersuchen, „die Funktionen als solche in denjenigen Fällen zu übernehmen, in welchen sie von dem betreffenden Zollamt requiriert werden sollten". Zugleich sollen diese darauf aufmerksam gemacht werden, „daß in dem Falle einer Requisition der Zollbehörde die Beschleunigung zur Vornahme der Untersuchung dringendes Erfordernis ist, wenn nicht der angehaltenen Pflanzensendung, sofern sie später für gesund befunden wird, der größte Nachteil erwachsen soll. Sofern der requirierte Sachverständige in einem einzelnen Fall verhindert sein sollte, der Requisition des Zollamts ohne Säumen zu genügen, so hat derselbe die Requisition sofort an seinen Stellvertreter gelangen zu lassen."

Eine derartige Regelung für den Bedarfsfall wird um so weniger ausreichen, je ausgedehnter von der Forderung von Ursprungs- und Gesundheitszeugnissen Gebrauch gemacht wird und je weniger spezialisiert diese zu halten sind, da dann die Zahl der festzustellenden Krankheitserreger immer größer wird und damit die Anforderungen an die Sachkenntnis der Sachverständigen ständig wachsen. Die Notwendigkeit, dem Verlangen nach Vorlage von Gesundheitszeugnissen nachzukommen, hat deshalb in manchen Ländern erst Anlaß gegeben, eine ständige Organisation zu schaffen, wie sie heute allgemein als Pflanzenschutzdienst bekannt ist. Das trifft z. B. für den französischen Pflanzenschutzdienst zu.

---

[1]) Reichsgesetzblatt 1875, 175.

[2]) Moritz, Maßnahmen zur Bekämpfung der Reblaus und anderer Rebenschädlinge im Deutschen Reiche. Berlin 1902, S. 66.

Schwartz[1]) weist darauf hin, daß der erste Anlaß zu seiner Einrichtung durch die Vorbereitung und den Erlaß des Pflanzenschutzgesetzes der Vereinigten Staaten von Nordamerika vom Jahre 1912 gegeben worden ist. Dieses Gesetz läßt die Einfuhr von lebenden Pflanzen nur zu, wenn die Sendungen von Gesundheitszeugnissen staatlich beauftragter Pflanzenschutzsachverständiger der Ursprungsländer begleitet sind. Frankreich mußte deshalb Vorsorge treffen, daß seine Exporteure die vorgeschriebenen Atteste beibringen konnten, und hat zu diesem Zweck seinen phytopathologischen Dienst ins Leben gerufen. In klarer Erkenntnis der Voraussetzungen für eine wirksame Pflanzenquarantäne ist dann auch in Artikel 2 des Internationalen Pflanzenschutzabkommens gefordert worden, daß in jedem dem Übereinkommen beitretenden Lande eine amtliche Pflanzenschutzorganisation zu schaffen ist, welche die Durchführung der im Artikel 1 vorgesehenen Maßnahmen gegen die Einführung und Ausbreitung von Pflanzenschädlingen sicherstellen soll.[2])

In Deutschland ist die Tätigkeit der Sachverständigen zur Zeit in der Weise geregelt, daß Anträge auf Ausstellung von Pflanzenschutzzeugnissen an die für jeden Pflanzenschutzbezirk zuständige Hauptstelle für Pflanzenschutz zu richten sind, von der aus die Beauftragung eines Sachverständigen erfolgt. Ein Verzeichnis der zur Ausstellung von Zeugnissen ermächtigten Pflanzenbeschausachverständigen, getrennt für die Pflanzenausfuhr und für die Kartoffelausfuhr, wird alljährlich am Schluß des Nachrichtenblatts für den Deutschen Pflanzenschutzdienst veröffentlicht. Ein im Entwurf vorliegendes Reichspflanzenschutzgesetz sieht die Einrichtung eines Pflanzenbeschaudienstes für die Überwachung der Einfuhr, Durchfuhr und Ausfuhr von Pflanzen, Pflanzenerzeugnissen und sonstigen Gegenständen vor, die aus Gründen des Pflanzenschutzes zu untersuchen sind. Diesem Dienst soll dann auch die aus den gleichen Gründen vorgeschriebene Überwachung von Baumschulen, Gartenbau-, Weinbau- und Saatzuchtbetrieben sowie die Ausstellung von Gesundheitszeugnissen obliegen.

Dieser letztere Hinweis erwähnt eine weitere, in Artikel 1 der Internationalen Reblaus-Konvention ebenfalls angeführte, wesentliche Voraussetzung für die Erfüllung der Bedingungen, an welche die Einfuhr geknüpft ist. Güssow[3]) bezeichnet als vornehmste Pflicht aller Länder, die Ausfuhr jedes wahrscheinlich kranken Materials zu verhindern, das ein anderes Land bedrohen kann. Das aber ist, wie er mit Recht betont, nur möglich mit Hilfe eines ausreichenden Überwachungsdienstes am Erzeugungsort während der Vegetation. Das leuchtet z. B. ohne weiteres ein bei Krankheiten, die bei der Untersuchung des Pflanzenmaterials überhaupt nicht zu erkennen sind, wie es z. B. für die große Gruppe der Viruskrankheiten zutrifft. Es gilt aber auch für viele andere Fälle, in denen die Feststellung des Schädlings mehr oder minder großen Schwierigkeiten begegnet. Deshalb bedarf es besonderer Vorkehrungen, um eine solche Überwachung der Erzeugungsstätten zu ermöglichen.

So hat Deutschland in dem Gesetz betr. die Abwehr und die Unterdrückung der Reblauskrankheit vom 3. 7. 1883[4]) zur Ausführung der Internationalen Reblaus-Konvention bestimmt, daß alle Rebpflanzungen der Beaufsichtigung und Untersuchung durch die von den Landesregierungen ermächtigten Organe unterliegen. Die letzteren sind befugt, zum Zweck

[1]) Schwartz, M., Die Organisation des französischen Pflanzenschutzdienstes. Nachrichtenblatt f. d. Deutschen Pflanzenschutzdienst **10**, 1930, 4.

[2]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **2**, 1929, 169.

[3]) Güssow, H. T., Vortrag gehalten auf dem 6. Internationalen Botaniker-Kongreß in Amsterdam 1935.

[4]) Reichsgesetzblatt 1883, 149.

von Nachforschungen nach der Reblaus die Entwurzelung einer entsprechenden Anzahl von Rebstöcken zu bewirken. Die Überwachung geschieht durch die Landesregierungen. Insbesondere sollen diejenigen Rebschulen, in welchen Reben zum Verkaufe gezogen werden, einer regelmäßigen, mindestens alljährlichen Untersuchung unterworfen werden.

Hier ist also ein erster Anfang zur Einrichtung eines Überwachungsdienstes gemacht, indem dieser nur für einen bestimmten Schädling eingerichtet worden ist. Einen weiteren Ausbau bedeutet die Regelung der Anerkennung landwirtschaftlicher Saaten, wie sie beispielsweise in Deutschland durch die Anordnung des Verwaltungsamtes des Reichsbauernführers vom 15. 4. 1935[1]) neu erfolgt ist. Die Anerkennung, die an anderer Stelle dieses Handbuches ausführlich behandelt ist, hat eine eingehende Besichtigung des Pflanzenbestandes am Erzeugungsort zur Voraussetzung. Als Beispiele für eine generelle Regelung schließlich seien das französische Dekret vom 12. 10. 1932 und das brasilianische Dekret vom 12. 4. 1934 über Pflanzenschutz angeführt.[2])

In Artikel 18 des ersteren heißt es, daß die Ursprungszeugnisse und das Pflanzenschutzgesundheitszeugnis nur für Erzeugnisse ausgestellt werden dürfen, die aus Kulturen stammen, die regelmäßig der Pflanzenschutzüberwachung des Staates unterliegen. Artikel 20 ordnet an, daß jeder Unternehmer, der zur Erlangung derartiger Zeugnisse seine Kulturen oder Erzeugnisse der staatlichen Pflanzenschutzüberwachung unterwerfen will, einen diesbezüglichen Antrag zu stellen hat. Das brasilianische Dekret bestimmt in Artikel 48, daß Ausführer, die Gesundheitszeugnisse erlangen wollen, zunächst bei dem Pflanzenschutzdienst die Besichtigung ihrer Saatfelder, Pflanzungen usw. und danach die Besichtigung der zur Ausfuhr bestimmten Erzeugnisse beantragen müssen.

Auf eine dritte wesentliche Voraussetzung für die Erfüllung der Bedingungen, an welche die Einfuhr geknüpft ist, macht endlich Artikel 3 der Internationalen Reblaus-Konvention aufmerksam. Wenn die Einfuhr in das zu schützende Gebiet an jeder beliebigen Stelle der Grenze erfolgen kann, ist eine wirksame Überwachung nicht möglich. Deshalb sieht dieser Artikel ihre Zulassung nur über bestimmte genau zu bezeichnende Zollämter vor.

In Ausführung der Konvention bestimmt die deutsche Verordnung, betreffend das Verbot der Einfuhr und der Ausfuhr von Pflanzen und sonstigen Gegenständen des Wein- und Gartenbaues vom 4. 7. 1883[3]), in § 4, daß die Einfuhr ausschließlich über die hierfür vom Reichskanzler zu bezeichnenden Zollämter und die Ausfuhr ausschließlich über die zu diesem Behuf von einem jeden der beteiligten Staaten für sein Gebiet zu bezeichnenden Zollämter stattzufinden hat. Verzeichnisse der deutschen und ausländischen Zollstellen, über welche die Einfuhr der zur Kategorie der Rebe nicht gehörigen Pflänzlinge, Sträucher und sonstigen Vegetabilien erfolgen darf, sind durch die Bekanntmachungen vom 6. 3. und 15. 9. 1925[4]) veröffentlicht worden. Weiter sind Einlaßstellen für die in das deutsche Zollinland eingehenden Kartoffelsendungen sowie für untersuchungspflichtiges Obst und für untersuchungspflichtige lebende Pflanzen und frische Teile von solchen durch die Verordnungen vom 29. 5. 1935 und vom 23. 11. 1934[4]) bekannt gegeben worden.

Bei der Auswahl der Einlaßstellen muß naturgemäß auf die Möglichkeit Rücksicht genommen werden, die erforderlichen Untersuchungen sachgemäß durchführen zu können. Deshalb wird z. B. in Artikel 3 des Dekrets vom 12. 4. 1934[2]),

[1]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **7**, 1935, 82—90; 1—3; 122.
[2]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **7**, 1935, 183, 127.
[3]) Reichsgesetzblatt 1883, 153.
[4]) Noack, M., Die Pflanzenschutzbestimmungen für die Einfuhr, Ausfuhr und Durchfuhr lebender Pflanzen und frischer Pflanzenteile im Deutschen Reich 1926, 55—57, 87—92.

das den brasilianischen Pflanzenschutz neu regelt, bestimmt, daß die Einfuhr von Pflanzen und Pflanzenteilen nur über solche Häfen oder Grenzstationen zulässig ist, in denen ein Pflanzenschutzdienst eingerichtet ist. Welche Häfen und Stationen dementsprechende Einrichtungen besitzen, soll von Zeit zu Zeit durch das Landwirtschaftsministerium bestimmt werden. Es ist naheliegend, daß man derartige Einrichtungen nur an solchen Stellen der Grenze treffen wird, über die der Verkehr bereits vorwiegend geht. Daß die Entwicklung der Technik zu grundlegenden Änderungen im bestehenden Verkehrsnetz führen kann, zeigt das Beispiel Kaliforniens.

Die starke Zunahme des Automobilverkehrs aus dem Großen Becken durch die Trockengebiete von Nevada über die Sierra Nevada öffnete eine neue Einlaßpforte für das Eindringen von Pflanzenschädlingen. Kalifornien wurde von hier aus besonders durch die Einschleppung des Luzerneblattnagers *(Phytonomus variabilis)* bedroht. Das führte 1921 zur Einrichtung der „Border inspection". Es wurden zunächst auf den beiden Hauptzufahrtsstraßen U. S. Nr. 40 und U. S. Nr. 50 Inspektionsstationen eingerichtet.[1]) Entsprechend dem Anwachsen des Automobilverkehrs ist die Zahl dieser Stationen bis zum Dezember 1934 auf 24 erhöht.[2])

Eine weitere einschneidende Änderung wird in neuester Zeit durch den schnellen Ausbau des Flugverkehrs angebahnt.

Kisliuk[3]) berichtet über das Ergebnis der phytopathologischen Untersuchung von je einem Strauß von Chrysanthemen, Nelken und Rosen, die als einziges lebendes Pflanzenmaterial auf dem Luftschiff „Graf Zeppelin" bei seiner Landung in Lakehurst gefunden wurden. Auf ihnen stellte er sieben Insekten und zwei Pilze fest. Fleury[4]) macht auf die Gefahr aufmerksam, die Kalifornien aus einem Flugverkehr zwischen dem Festland und Hawaii durch die Möglichkeit der Einschleppung von *Ceratitis capitata Wied.* und *Bactrocera cucurbitae (Cop.)* droht. Das Bureau of plant quarantine der Vereinigten Staaten hat darum neuerdings eine „airplane inspection" eingerichtet. Sie wird an denjenigen Flugplätzen durchgeführt, die als Einlaßstellen für die Ankunft aus anderen Staaten zugelassen sind.

Die Natur des Flugverkehrs bringt es mit sich, daß die Einlaßstellen nicht an der Grenze des zu schützenden Gebiets liegen, sondern in seinem Innern. In manchen Staaten ist die gleiche Regelung zum Teil auch für die auf dem Land- oder Wasserwege eingehenden Sendungen getroffen, um auf diese Weise eine Zentralisierung der Untersuchung an einigen wenigen Orten zu ermöglichen und dadurch diese mit vollkommeneren Einrichtungen ausstatten zu können. Bei einer solchen Regelung ist aber die Gefahr nicht ganz von der Hand zu weisen, daß der Transport einer verseuchten Sendung von der Grenze bis zum Untersuchungsort die Einschleppung eines Schädlings zur Folge haben kann.

Um eine möglichst restlose Erfassung aller eingehenden Pflanzensendungen zu gewährleisten, verpflichtet das Brasilianische Pflanzenschutzdekret[5]) in Artikel 6 das Finanzministerium, durch seine Zollämter und Zollposten dem Beamten des Pflanzenschutzdienstes in dem betreffenden Hafen oder der Grenz-

[1]) Smith, H. S., u. a., The efficacy and economic effects of plant quarantines in California. Univ. California, Bul. **553**, 1933, 113.

[2]) Fleury, A. C., Bureau of plant quarantine. Monthly Bul. Dep. Agric. California **23**, 1934, 495.

[3]) Kisliuk jr., M., Plant quarantine inspection of the Dirigible „Graf Zeppelin". Journ. econ. entomol. **22**, 1929, 594—595.

[4]) Fleury, A. C., Recent trends in plant quarantine. Monthly Bul. Dep. Agric. California **23**, 1934, 495.

[5]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **7**, 1935, 123.

station die Ankunft aller Pflanzen und Pflanzenteile unter Angabe des Herkunftslandes mitzuteilen. Eine gleiche Mitteilung ist seitens des Ministeriums für den Verkehr und die öffentlichen Arbeiten durch die Post- und Telegraphenverwaltungen für Pflanzen und Pflanzenteile zu machen, die auf dem Postwege eingeführt werden.

Auf den Philippinen sucht man den gleichen Zweck dadurch zu erreichen, daß alle Personen, die beabsichtigen, Pflanzenmaterial einzuführen, bei dem Bureau of Plant Industry einen Antrag auf Untersuchung der hereinkommenden Pflanzen bei oder vor der Ankunft einer solchen Sendung zu stellen haben.[1])

Die Aufgaben, die den Einlaßstellen zufallen, sind in den einzelnen Ländern entsprechend der Verschiedenartigkeit der Einfuhrbedingungen sehr unterschiedlich. Wenn die Einfuhr lediglich von der Vorlage eines Gesundheitszeugnisses des Ursprungslandes abhängig gemacht wird, wie es z. B. für Dänemark nach der Bekanntmachung vom 22. 2. 1935[2]) zutrifft, so kann sich die Einlaßstelle auf die Nachprüfung beschränken, ob das Zeugnis den Vorschriften entspricht. Nur wenn dies nicht zutrifft, sind weitere Maßnahmen zu ergreifen. Wesentlich stärker schon ist die Beanspruchung, wenn es sich wie bei der kalifornischen „Border inspection" darum handelt, alle durchkommenden Fahrzeuge auf das Mitführen von Pflanzen und Pflanzenteilen zu untersuchen, deren Einfuhr verboten ist. Von dem Umfang der dabei beschlagnahmten Konterbande gibt eine Zusammenstellung von Smith und seinen Mitarbeitern[3]) eine Vorstellung. Die höchsten Anforderungen schließlich werden gestellt, wenn alle eingehenden Pflanzensendungen grundsätzlich einer Untersuchung auf Schädlingsbefall zu unterwerfen sind, auch wenn sie von Ursprungs- und Gesundheitszeugnis begleitet sind, wie es z. B. das britische Memorandum[4]) über das Gesundheitszeugnis für Pflanzen, die nach dem Vereinigten Königreich eingeführt werden sollen, und die Verordnung des Oberkommissars von Palästina vom 26. 2. 1934[4]) vorschreiben. Führt eine solche Untersuchung zu keinen Beanstandungen, so kann die Sendung unter Beifügung einer Besichtigungsbescheinigung, wie sie z. B. die Ausführungsbestimmungen zu der belgischen Verordnung über die Überwachung der Einfuhr von Kartoffeln vom 10. 4. 1935[5]) anordnen, freigegeben werden. Das brasilianische Pflanzenschutzdekret scheint von einer solchen abzusehen. Denn in Artikel 9[6]) heißt es nur, daß der Beamte des Pflanzenschutzdienstes die Abfertigung der eingeführten Erzeugnisse genehmigt, wenn er sich überzeugt hat, daß sie nicht unter die Bestimmungen fallen, die ihre Einfuhr ausschließen. In manchen Fällen wird eine Sendung, auch wenn sie keinerlei Anzeichen von Schädlingsbefall erkennen läßt, erst freigegeben, nachdem sie einer bestimmten Behandlung unterworfen worden ist.

Artikel 1 des brasilianischen Pflanzenschutzdekrets bestimmt in § 1[6]), daß Pflanzenarten, deren Einfuhr mit Erde gestattet ist, beim Eingang unbedingt zu desinfizieren und mit anderer

[1]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **5**, 1933, 94.
[2]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **7**, 1935, 39.
[3]) Smith, H. S. u. a., The efficacy and economic effects of plant quarantines in California. Univ. California Bul. **553**, 1933, 123.
[4]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **7**, 1935, 10, 23.
[5]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **7**, 1935, 156.
[6]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **7**, 1935, 124, 122.

Erde zu versehen sind. Nach der U. S. A. Federal-Quarantine Nr. 64 sind aus Texas stammende Früchte, auch wenn sie trotz eingehender Untersuchung keinen Befall durch die mexikanische Fruchtfliege zeigen, zur Beseitigung jeglichen Risikos durch geeignete Maßnahmen zu entseuchen.

Die Anwendung von Entseuchungsverfahren, deren technische Durchführung an anderer Stelle dieses Handbuchs[1]) besprochen ist, wird nun vor allem in Erwägung zu ziehen sein, wenn die Untersuchung das Vorhandensein von Schädlingen ergeben hat. In diesem Fall bleiben demnach zwei Möglichkeiten. Entweder wird man die Freigabe des verseuchten Materials ablehnen und für seine Beseitigung Sorge tragen, oder man wird seine Einführung zulassen, nachdem es durch ein unbedingt sicheres Verfahren vollkommen entseucht ist. Welchen von beiden Wegen man einschlägt, wird von verschiedenen Gesichtspunkten bestimmt. Vor allem wird entscheidend sein, ob ein zuverlässig wirkendes Entseuchungsverfahren bekannt ist. Dann aber kann auch mitsprechen, wie stark die Verseuchung ist, und ob es sich um einen Schädling handelt, der in dem zu schützenden Gebiet überhaupt noch nicht vorkommt oder ob er schon mehr oder weniger in ihm verbreitet ist.

So bestimmt Artikel 11 des brasilianischen Pflanzenschutzdekrets[2]), daß eingeführte Pflanzenerzeugnisse, die befallen oder schädlich sind oder bezüglich deren nur der Verdacht besteht, daß sie Träger von Pilzen, Insekten oder anderen Schädlingen sind, die in dem Lande bereits vorkommen oder verbreitet und als wirtschaftlich weniger wichtig bekannt sind, abgefertigt werden können, wenn sie einer Desinfektion, Reinigung oder Sterilisierung nach den vom Landwirtschaftsministerium erlassenen Bestimmungen unterzogen worden sind. Die Verordnung des Oberkommissars von Palästina vom 26. 2. 1934[3]) überläßt es der Entscheidung des Pflanzenschutzbeamten, ob Pflanzen, die bei der Untersuchung als von irgendeinem Virus, Bakterium, Pilz oder einer anderen Krankheit angesteckt oder als Träger irgendeiner Insektenkrankheit befunden werden, vernichtet, an ihren Ursprungsort zurückgesandt oder einer Entseuchung unterworfen werden. Besonders aufschlußreich ist in dieser Beziehung das erwähnte britische Memorandum. Hier wird der Unterschied der Behandlung an Hand von einigen Beispielen erläutert. Befall durch die San-José-Schildlaus wird auch bei nur geringem Ausmaß sofortige Vernichtung oder Rücksendung des Materials zur Folge haben, weil dieser Schädling im Vereinigten Königreich noch nicht vorkommt. Bei geringem Befall durch die Kommalaus wird man dagegen die Sendung freigeben, wenn der Empfänger die befallenen Bäume zur Zufriedenheit entseuchen läßt. Das Memorandum beschließt diese Erörterung jedoch mit dem Hinweis, es sei selbstverständlich, daß Sendungen von Pflanzen, die sichtbar und wesentlich selbst von gewöhnlichen Krankheiten oder Schädlingen befallen seien, nicht zur Einfuhr zugelassen, sondern entweder zurückgesandt oder vernichtet würden.

Ob eine verseuchte Sendung, deren Entseuchung und Einfuhr abgelehnt ist, zurückgesandt oder vernichtet wird, bestimmen wiederum die besonderen Umstände.

In Brasilien sind solche Sendungen, soweit nicht der eben zitierte Artikel 11 Anwendung finden kann, nach Artikel 10 binnen 14 Tagen wieder zu verladen; andernfalls werden sie nach Ablauf dieser Frist fortgeschafft oder vernichtet. Handelt es sich um gefährliche oder sich schnell verbreitende Schädlinge oder Krankheiten, so nimmt der Pflanzenschutzdienst sofort die Beschlagnahme und Vernichtung der befallenen Erzeugnisse vor.

Eine besondere Behandlung erfordern schließlich noch diejenigen Fälle, in denen man über den Gesundheitszustand der Sendung nicht sofort mit hinreichender Sicherheit Aufschluß erhalten kann.

---

[1]) Vgl. S. 210 dieses Bandes.
[2]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **7**, 1935, 125.
[3]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **7**, 1935, 23.

Das brasilianische Pflanzenschutzdekret sieht auch diese Möglichkeit vor und bestimmt in Artikel 12, daß Pflanzen oder Pflanzenteile, die aus verdächtigen Ländern oder Gebieten kommen oder deren Gesundheitszustand bei Ankunft zweifelhaft ist, unter Quarantäne in amtlichen Anlagen oder an Orten, die nach Ansicht des Pflanzenschutzdienstes die nötige Sicherheit bieten, ausgepflanzt werden; sie bleiben dort unter Überwachung und dürfen ohne vorherige Genehmigung nicht entfernt werden. Das britische Memorandum will diesem Verfahren Pflanzen aus allen Ländern mit gemäßigtem Klima, aber mit einer der europäischen unähnlichen Flora und Fauna unterwerfen, da man von solchen Pflanzen am ehesten die Einschleppung von bisher in Großbritannien nicht vorhandenen Schädlingen und Krankheiten befürchtet. Swingle, Robinson und May[1]) haben vorgeschlagen, eine solche Quarantäne im ursprünglichen Sinne des Wortes mit einer mengenmäßigen Begrenzung der Einfuhr von Aufzuchtmaterial aus fremden Ländern zu verbinden, das an isolierter Stelle anzubauen ist. Erst wenn es dort nach einer bestimmten Zeit keinerlei Anzeichen von Krankheiten hat erkennen lassen, soll es zur unbeschränkten Vermehrung im Lande freigegeben werden.

γ) Durchfuhr

Wie früher bereits erwähnt wurde, schließt die Verlegung der Einlaßstellen und damit der Untersuchung des einzuführenden Pflanzenmaterials von der Grenze in das Innere des Einfuhrlandes eine gewisse Gefahr ein. Der Transport einer verseuchten Sendung über Strecken des zu schützenden Gebietes kann genügen, um die Einschleppung eines Schädlings zur Folge zu haben. Das trifft naturgemäß in gleichem bzw. im Hinblick auf die längere Strecke in erhöhtem Maße für die Durchfuhr verseuchter Sendungen durch ein Gebiet zu, das sich gegen die Einschleppung derjenigen Krankheitserreger schützen will, mit denen die Sendung behaftet ist. Deshalb bedarf die Durchfuhr, die ja immer mit der Einfuhr beginnt, ebenso wie diese einer genauen Überwachung. Welche Sicherungsmaßnahmen getroffen werden, hat sich nach dem Ausmaß der Gefahr zu richten, mit dem die Durchfuhr verbunden ist, und dieses wiederum wird bestimmt durch die Herkunft der Sendung, durch das Pflanzenmaterial und durch die Art des Transports und der Verpackung.

Daß die Herkunft der Sendung für die anzuwendende Sicherungsmaßnahme eine Rolle spielt, zeigen z. B. die Ausführungsbestimmungen des belgischen Finanzministeriums zur Überwachung der Einfuhr von Kartoffeln, Tomaten und Auberginen vom 19. 4. 1935.[2]) Nach ihnen ist, wenn die Beförderung nicht auf der Eisenbahn erfolgt, die Durchfuhr von Sendungen französischer Herkunft völlig verboten, während solche aus anderen Ländern unter bestimmten Voraussetzungen zur Durchfuhr zugelassen werden.

Als Beispiel für die Abhängigkeit der Sicherungsmaßnahmen von der Art des Pflanzenmaterials seien die Bestimmungen für die Durchfuhr durch Deutschland angeführt.[3]) Während die Durchfuhr von Reben völlig verboten ist, ist die Durchfuhr aller nicht zur Kategorie der Rebe gehörigen Gewächse gestattet, wenn die betreffenden Erzeugnisse unter Zollverschluß durch das Reichsgebiet befördert werden.

Den Einfluß der Art des Transports und der Verpackung lassen wiederum die eben erwähnten belgischen Ausführungsbestimmungen erkennen. Sie verzichten auf jegliche „Förmlichkeit über gesundheitliche Regelung" für solche Sendungen, die das Land in unmittelbarer Durch-

[1]) Swingle, W. T., Robinson, T. R., and May jr., E., Quarantine procedure to safeguard the introduction of citrus plants: a system of aseptic plant propagation. U. S. Dept. Agr. Circ. **299**, 1924.

[2]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **7**, 1935, 156.

[3]) Noack, M., Die Pflanzenschutzbestimmungen für die Einfuhr, Ausfuhr und Durchfuhr lebender Pflanzen und frischer Pflanzenteile im Deutschen Reich. Berlin 1926, S. 14, 99, 98.

fuhr beim Ein- und Ausgang mit der Eisenbahn passieren. Andere Beförderungsarten im Durchfuhrverkehr sind dagegen den allgemeinen, für die Einfuhr vorgesehenen Bedingungen unterworfen. Nach der Bekanntmachung des dänischen Landwirtschaftsministeriums über die Einfuhr von Kartoffeln vom 21. 7. 1927[1]) ist die Durchfuhr von Kartoffeln nicht als Einfuhr anzusehen, sofern der Versand mittels durchgehenden Frachtbriefes erfolgt und die Kartoffeln sorgfältig verpackt sind oder wenn die Umladung in einem dänischen Hafen von Schiff zu Schiff, nicht über Kai, erfolgt. Deutschland[2]) verzichtet im Hinblick auf die Art, wie Poststücke verpackt sein müssen, auf die sonst bestehende Forderung des Zollverschlusses, wenn die Durchfuhr aller nicht zur Kategorie der Rebe gehörigen Gewächse im Postverkehr erfolgt. Es gestattet weiter, daß Tafeltrauben, die nach der Internationalen Reblaus-Konvention nur in wohlverwahrten und dennoch leicht zu durchsuchenden Schachteln, Kisten oder Körben zum Verkehr zugelassen werden, für die Durchfuhr auch in Fässern verpackt sein dürfen, wenn diese in Überfässer ohne Spund und Zapfenöffnung verpackt und sowohl die Fässer als auch die Überfässer aus starkem Holz mit fest eingesetzten Böden und fest aneinander gefügten Dauben gearbeitet sind.

Welche Maßnahmen in Frage kommen, um die Gefahr abzuwenden, die sich aus der Durchfuhr einer verseuchten Sendung ergibt, ist in dem Vorangegangenen bereits angedeutet. Die weitgehendste von ihnen stellt das völlige Verbot der Durchfuhr dar. In diesem Falle handelt es sich also gar nicht mehr um Vorkehrungen zur Sicherung einer gefahrlosen Durchfuhr. Von solchen kann man naturgemäß nur sprechen, wenn die Durchfuhr zugelassen, aber an bestimmte, eine Gefahr möglichst ausschließende Bedingungen geknüpft ist. Diese können einmal eine bestimmte Art der Verpackung vorschreiben, wie das die eben erwähnten Bestimmungen erkennen lassen. In der Regel wird man sich aber hiermit allein nicht zufrieden geben. Die Durchfuhr von Tafeltrauben durch Deutschland z. B. wird nicht nur von der besonders gesicherten Verpackung in Fässern abhängig gemacht, sondern außerdem vom Zollverschluß. Der Zollverschluß stellt die allgemein übliche Sicherungsmaßnahme für die Durchfuhr dar. Ihm kann entweder jedes einzelne Stück unterworfen werden (Kolloverschluß) oder der ganze Raum, in dem sich die durchzuführende Sendung befindet (Raumverschluß).

Nach den am 10. 8. 1935 erlassenen Vorschriften Jugoslawiens[3]) ist die Durchfuhr aller lebenden Pflanzen, Pflanzenteile und Früchte in direkten und plombierten Eisenbahnwagen oder in plombierten Packsäcken verpackt gestattet, ohne Rücksicht auf das Gesundheitszeugnis und ohne Rücksicht darauf, aus welchem Lande die Sendung kommt. In bestimmten Fällen kann auch nur der Kolloverschluß zugelassen werden, wie das beispielsweise für die erwähnte Durchfuhr von Tafeltrauben in Fässern durch Deutschland zutrifft.

Eine hinreichend gesicherte Durchfuhr kann unter Umständen nicht nur im Interesse desjenigen Landes liegen, durch das die Durchfuhr erfolgt. Vielmehr kann auf eine solche auch dasjenige Land Wert legen, das die Sendung empfängt.

Das zeigt der griechische Präsidialerlaß vom 24. 3. 1933.[4]) Nach § 3 des Artikel 1 wird die Einfuhr von Kartoffeln aus einem Lande, das nicht vom Koloradokäfer oder Kartoffelkrebs befallen ist, deren Durchfuhr jedoch durch Länder erfolgt ist, die von diesem Insekt oder diesem Pilz befallen sind, mit der Maßgabe gestattet, daß sie gut verpackt und vom amtlichen Pflanzenschutzdienst des Ursprungslandes plombiert sind.

---

[1]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **1**, 1927, 201.

[2]) Noack, M., Die Pflanzenschutzbestimmungen für die Einfuhr, Ausfuhr und Durchfuhr lebender Pflanzen und frischer Pflanzenteile im Deutschen Reich. Berlin 1926, S. 98, 99.

[3]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **7**, 1935, 194.

[4]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **5**, 1933, 76.

2. Sperrung der Seuchengebiete

Bei der Sperrung der Seuchengebiete handelt es sich, wie früher erwähnt wurde, um die Verhinderung der Verschleppung eines eingeschleppten oder bereits eingebürgerten Schädlings von den ersten Seuchenherden aus in das übrige betroffene Staatsgebiet, wobei gleichzeitig Maßnahmen zu seiner Bekämpfung und Ausrottung eingeleitet werden müssen. Vorkehrungen beiderlei Art müssen nebeneinander laufen. Denn eine Verschleppung wird sich um so sicherer verhindern lassen, je schneller die Ausrottung des Schädlings gelingt bzw. je wirksamer seine Bekämpfung ist; andererseits kann der Erfolg von Bekämpfungsmaßnahmen dadurch vereitelt werden, daß bei nicht ausreichender Sicherung gegen Verschleppung des Schädlings dieser sich über das in diese Maßnahmen einbezogene Gelände hinaus bereits ausgebreitet hat.

Die erste Voraussetzung, um Vorkehrungen gegen die Verschleppung eines Schädlings im Lande treffen zu können, ist eine genaue Kenntnis der Örtlichkeiten, an denen er sich eingebürgert hat. Aus dieser Erkenntnis heraus ist, wie schon erwähnt, bereits in dem ersten Gesetz, das Deutschland im Kampf gegen die Reblaus erlassen hat, nachdem es seine Grenzen gegen die Einschleppung des Schädlings durch das wohl überhaupt älteste Pflanzenquarantänegesetz gesperrt hatte, die Bestimmung getroffen worden, daß der Reichskanzler Ermittelungen innerhalb des Weinbaugebietes der einzelnen Bundesstaaten über das Auftreten der Reblaus anstellen lassen kann. Heute sind derartige Erhebungen in der Mehrzahl der Staaten nicht mehr auf einige wenige Schädlinge beschränkt; vielmehr ist der gesamte Pflanzenbau des Landes mehr oder minder vollständig einer Überwachung auf das Auftreten von Krankheiten und Schädlingen unterworfen. Diese ist zunächst meist im Rahmen eines allgemeinen Pflanzenschutzmeldedienstes ausgeübt worden, wie er z. B. in den Vereinigten Staaten von Nordamerika seit 1898 durchgeführt wird.[1]) Werden auf diese Weise durch ein hinreichend dichtes Netz von sachkundigen Stellen Beobachtungen über das Auftreten jeglicher Pflanzenkrankheiten und -schädlinge gesammelt, so lassen sich aus diesem Material ohne weiteres die für die Überwachung bestimmter Schädlinge erforderlichen ersten Unterlagen gewinnen.

Das geht z. B. sehr deutlich aus dem im Entwurf vorliegenden deutschen Reichspflanzenschutzgesetz hervor. In ihm wird den Pflanzengesundheitsämtern die Überwachung der Kulturen sowie der Vorräte von Pflanzen und Pflanzenerzeugnissen auf den Befall mit Krankheiten und Schädlingen übertragen, soweit sie nicht Aufgabe eines für die Überwachung der Einfuhr, Ausfuhr und Durchfuhr besonders vorgesehenen Pflanzenbeschaudienstes ist. Diesen Gesundheitsämtern fällt ferner die regelmäßige Berichterstattung über das Auftreten von Krankheiten und Schädlingen sowie die unverzügliche Meldung an die Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft zu, falls besonders gefährliche Krankheiten und Schädlinge auftreten.

Über einen derartigen Meldedienst hinaus ist vielfach heute noch ein besonderer Überwachungsdienst eingerichtet, wie es z. B. in Belgien durch die Kgl. Verordnung vom 15. 5. 1929[2]) geschehen ist. Jeglicher Überwachungsdienst kann seiner

[1]) Schwartz, M., Der Pflanzenschutzmeldedienst in den Vereinigten Staaten. Nachrichtenbl. f. d. deutsch. Pflanzenschutzdienst **9**, 1929, 28.

[2]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **2**, 1929, 216.

Aufgabe nur dann gerecht werden, wenn er die Möglichkeit hat, seine Erhebungen ohne jede Behinderung durchführen zu können. Deshalb bestimmt Artikel 3 der belgischen Verordnung, daß

jeder Eigentümer oder Pächter von Grundstücken, wo unter Glas oder sonstwie Gartenpflanzen, Baumschulpflanzen oder andere von dem Minister bezeichnete Erzeugnisse gezüchtet oder angebaut werden, gehalten ist, zwischen Sonnenaufgang und Sonnenuntergang die genannten Grundstücke durch die dazu bestimmten Beamten des besonderen Überwachungsdienstes besichtigen zu lassen. Noch weiter ging das deutsche Gesetz, betreffend Maßregeln gegen die Reblauskrankheit vom 6. 3. 1875[1]), nach dessen § 2 die mit den Ermittlungen über das Auftreten der Reblaus betrauten Organe befugt sind, auch ohne Einwilligung des Verfügungsberechtigten den Zugang zu jedem mit Weinreben bepflanzten Grundstück in Anspruch zu nehmen. Während in diesen beiden Fällen der ungehinderte Zutritt nur zu bestimmten Kulturen gesichert ist, ist er in Jugoslawien durch das Gesetz vom 9. 12. 1929[2]) ohne jede räumliche Beschränkung im ganzen Lande gewährleistet. Nach § 6 haben die landwirtschaftlichen Fachorgane des Staates, versehen mit der Legitimation der zuständigen allgemeinen Verwaltungsbehörde, das Recht des Zutritts zu jedwedem Grundstück, welcher Kulturart immer, zu allen Warenlagern und Verkaufsräumen von Pflanzen, Pflanzenteilen und Sämereien, zu den Stationen für Pflanzenselektion und -produktion, um das Vorhandensein von Krankheiten oder Schädlingen festzustellen und erforderlichenfalls die Desinfektion oder die Behandlung der Pflanzen, Pflanzenteile und Sämereien, des infizierten oder verdächtigen Materials, ja sogar die Vernichtung desselben in der durch dieses Gesetz oder die betreffende Verordnung vorgesehenen Art und Weise anzuordnen. Dasselbe Recht haben die Fachorgane der staatlichen landwirtschaftlichen Versuchs- und Kontrollstationen, deren Aufgabe es ist, die Prüfung, Heilung, Desinfektion oder Vernichtung vorzunehmen. Diese Organe haben auch freien Zutritt in alle Eisenbahn- und Straßenbahnstationen im Königreich sowie in die See- und Flußhäfen mit dem Rechte, auch deren Warenmagazine, die Eisenbahnwagen und Dampfschiffe zu betreten, jedoch nur nach vorheriger Verständigung und Vermittlung des Verwaltungspersonals.

Selbst wenn aber dem Überwachungsdienst durch derartige Bestimmungen die Möglichkeit gegeben ist, seine Erhebungen ohne jede Behinderung durchführen zu können, wird er zur Verwirklichung des gekennzeichneten Zieles nicht auf die Mitarbeit der beteiligten Kreise verzichten können. Diese kann durch zweckentsprechende Aufklärung angestrebt werden, an der es ohnehin in keinem Fall fehlen darf, um das nötige Verständnis für die staatlich angeordneten Maßnahmen zu wecken. Meist wird der Staat es aber dabei allein nicht bewenden lassen dürfen, sondern darüber hinaus die Mitarbeit erzwingen müssen, indem er eine Anzeigepflicht einführt. Die Anzeigepflicht kann, wenn es sich um flächenmäßig sehr begrenzte Kulturen handelt, lediglich auf die Anmeldung dieser Flächen beschränkt werden, die dann durch die zuständigen Stellen auf Schädlingsbefall überwacht werden können.

So bestimmt § 1 einer Anordnung zur Bekämpfung des Spargelrostes im Kreise Osterburg vom 20. 6. 1935[3]), daß sämtliche ein-, zwei- und dreijährigen Spargelanlagen im Kreise zwecks Kontrolle der Ortspolizeibehörde zu melden sind.

Sobald aber ausgedehntere Kulturen auf das Auftreten bestimmter Schädlinge zu überwachen sind, ist mit einer derartigen Meldepflicht allein wenig erreicht. Vielmehr kommt es darauf an, die Verfügungsberechtigten selbst zur

[1]) Moritz, Maßregeln zur Bekämpfung der Reblaus und anderer Rebenschädlinge im Deutschen Reich. Berlin 1902, S. 2.

[2]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen 3, 1930, 38.

[3]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen 7, 1935, 176.

Überwachung mitheranzuziehen. Das kann wiederum in verschiedenen Formen geschehen. Einmal kann eine solche Pflicht zur Beteiligung an der Überwachung breitesten Kreisen auferlegt werden und sich auf die gesamte Pflanzenerzeugung erstrecken, wie es z. B. das Gesetz über Sicherheitsmaßnahmen gegen Krankheiten unter den Kulturpflanzen in Island vom 31. 5. 1927[1]) bestimmt.

Nach § 4 dieses Gesetzes ist jeder, der Pflanzen und Pflanzenteile besitzt oder darüber disponiert und der Grund hat zu vermuten, daß sie krank sind oder es werden können, verpflichtet, eine Anmeldung hierüber zu machen.

Sie kann auch nur für bestimmte Krankheiten und Schädlinge eingeführt werden.

Das kann entweder durch eine allgemeine Regelung erreicht werden, ein Weg, den z. B. Estland in seinem am 9. 10. 1935 erlassenen Pflanzenschutzgesetz[2]) eingeschlagen hat. Nach § 3 sind die Nutznießer von Ländereien oder Gebäuden verpflichtet, vom Auftreten von Pflanzenschädlingen, die vom Landwirtschaftsminister für gefährlich erklärt worden sind, unverzüglich Anzeige zu erstatten. Der Anzeige sind Teile der geschädigten Pflanze und der Schädlinge beizufügen, falls dies nicht mit besonderen Schwierigkeiten verbunden ist. Weit häufiger wird aber die Verpflichtung zur Anzeige in die für den einzelnen Schädling erlassene Verordnung gesondert aufgenommen. Aus den hier in Betracht kommenden zahlreichen Beispielen sei die englische Verordnung über den Koloradokäfer vom 23. 8. 1933[3]) herangezogen. Sie bestimmt, daß jeder, der Land in Besitz hat, in oder auf welchem der Koloradokäfer vorhanden ist, mit aller tunlichen Beschleunigung dieses Vorhandensein oder diesen Verdacht dem Ministerium schriftlich zu melden hat. Dieser Meldung ist, wenn möglich, ein Exemplar des Insekts beizufügen.

Diese beiden Verordnungen sind noch insofern bemerkenswert, als sie es nicht nur bei der Anzeigepflicht belassen, sondern gleichzeitig die Einsendung von Material für die Untersuchung verlangen. Nach den früher gemachten Ausführungen kann eine solche Bestimmung gewisse Gefahren in sich schließen, wenn nicht entsprechende Vorkehrungen getroffen werden, die der Möglichkeit einer Verschleppung auf diesem Wege vorbeugen. Dieser Forderung wird z. B. das österreichische Bundesgesetz über die Bekämpfung des Kartoffelkrebses vom 23. 11. 1927[4]) gerecht.

Nach § 3 dieses Gesetzes hat bei Verdacht des Auftretens des Kartoffelkrebses in einem der Bundesländer, für die es erlassen ist, die betreffende Landesregierung unverzüglich die Einsendung einer Probe der verdächtigen Kartoffelpflanzen oder Pflanzenteile, insbesondere der Knollen, an die Bundesanstalt für Pflanzenschutz in Wien zwecks Untersuchung zu veranlassen. Eine solche Sendung hat derart verpackt zu sein, daß von ihrem Inhalt einschließlich der den Proben etwa anhaftenden Erde unterwegs nichts verloren werden kann.

Während die bisher angeführten Beispiele lediglich die Verpflichtung zur Anzeige von gelegentlich gemachten Beobachtungen oder Funden des vermuteten oder tatsächlich erfolgten Auftretens von Krankheiten und Schädlingen enthalten, kann auch die Mitarbeit darüber hinaus durch Heranziehung zu planmäßiger Durchsuchung erzwungen werden.

Die erwähnte Anordnung zur Bekämpfung des Spargelrostes[5]) macht es sämtlichen Spargelanbauern des Kreises Osterburg in der Zeit von Anfang Juni bis zum 23. Juni zur Pflicht,

---

[1]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **2**, 1928, 31.
[2]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **7**, 1935, 212.
[3]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **5**, 1933, 124.
[4]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **2**, 1928, 36.
[5]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **7**, 1935, 176.

ihre ein-, zwei- und dreijährigen Spargelanlagen durchzugehen und nachzuforschen, ob irgendwelche Spargelpflanzen mit Roststellen *(Äzidiosporen)* behaftet sind.

Ist das Auftreten eines gefährlichen Schädlings einwandfrei festgestellt, so gilt es nunmehr, die eigentlichen Absperrmaßnahmen durchzuführen, die seine weitere Verbreitung im Lande verhindern sollen. Welcher Art diese sein können, zeigt z. B. die Verordnung der landwirtschaftlichen Gesundheitspolizei in Mexiko vom 30. 6. 1927[1]). Im Kapitel II, das sich mit den Kontrollzonen und Quarantänen innerhalb des Landes befaßt, heißt es:

Bei Auftreten gefährlicher Pflanzenkrankheiten und Schädlinge kann das Landwirtschaftsministerium für bestimmte Gebiete die Quarantäne erklären und in diesen Gebieten Kontrollzonen errichten. Die entsprechenden Verfügungen müssen enthalten:

a) genaue Festsetzung des Quarantänegebietes, der Kontrollzonen und der Quarantänedauer;

b) Erklärung der Quarantäne als eine vollständige oder als eine teilweise;

c) Benennung der Pflanzen, landwirtschaftlichen Produkte und irgendwelcher anderen Gegenstände, welche als Verbreitungsmöglichkeit der Krankheit unter die Quarantäne fallen;

d) bei teilweiser Quarantäne die Namen derjenigen Orte, an welchen die Ausrodung der Pflanzen und landwirtschaftlichen Produkte innerhalb des Quarantänegebietes angeordnet wird;

e) Bekanntgabe der Bekämpfungsmaßnahmen.

Zunächst ist eine genaue Kennzeichnung der Quarantänegebiete erforderlich, indem ihre Abgrenzung eindeutig erfolgt, wie das z. B. die englische Verordnung über den Koloradokäfer vom 23. 8. 1933[2]) ausdrücklich verlangt. In jeder Mitteilung, in der ein Stück Land als „verseuchter Platz" erklärt wird, sind die Grenzen des verseuchten Platzes anzugeben. Wesentlich ist nun die Unterscheidung zwischen „verseuchtem" und „bedrohtem Boden", die in der Verordnung des polnischen Staatspräsidenten vom 19. 11. 1927[3]) über die Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten gemacht wird.

„Verseuchter Boden" ist ein Boden, auf dem Pflanzen von einer Krankheit oder einem Schädling befallen wurden. „Bedrohter Boden" ist ein Boden, der einem verseuchten Boden benachbart ist, aber auch ein Boden, in bezug auf den die begründete Annahme besteht, daß er verseucht ist. Die Verordnung zur Ausführung des Gesetzes betr. die Bekämpfung der Reblaus im Weinbaugebiet des Deutschen Reiches vom 23. 12. 1935[4]) unterscheidet einerseits zwischen Seuchenstelle und Sicherheitsgürtel, die als Reblausherd zusammengefaßt werden, andererseits zwischen verseucht, seuchenverdächtig und seuchengefährdet. Darüber hinaus sind zum Zwecke der Reblausbekämpfung die am Weinbau beteiligten Gebiete des Deutschen Reiches durch das Gesetz vom 6. 7. 1904[5]) in Weinbaubezirke eingeteilt. In Frankreich spricht man bei der Organisation und Durchführung der Bekämpfung des Kartoffelkäfers[6]) von Seuchengebieten und seuchenverdächtigen oder Schutzzonen; in letztere werden alle Kantone und Gemeinden innerhalb eines Umkreises von 20 km, vom Rande des Seuchenherdes aus gemessen, einbegriffen.

---

[1]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **1**, 1924, 233.
[2]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **5**, 1933, 125.
[3]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **2**, 1928, 72.
[4]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **8**, 1936, 4.
[5]) Reichsgesetzblatt 1904, 261.
[6]) Schwartz, M., Die Organisation und Durchführung der Bekämpfung des Kartoffelkäfers in Frankreich. Nachrichtenbl. f. d. deutsch. Pflanzenschutzdienst **10**, 1930, 9.

Alle diese Unterscheidungen suchen der Tatsache gerecht zu werden, daß die Gefahr der Verschleppung eines Schädlings mit wachsender Entfernung vom Seuchenherd abnimmt. Das kommt auch sehr deutlich in den schwedischen Bestimmungen über die Bekämpfung von Nematoden an Kartoffeln vom 17. 6. 1932[1]) zum Ausdruck, nach denen die Provinzialverwaltung ein Gebiet von der mit Rücksicht auf die Umstände als erforderlich befundenen Größe für nematodenbefallen zu erklären hat. Dementsprechend sind auch die gegen die weitere Ausbreitung zu treffenden Vorkehrungen ganz verschiedene. Die Verkehrsbeschränkungen werden in der Regel um so einschneidender sein müssen, je näher das ihnen zu unterwerfende Gebiet dem Seuchenherd liegt, während Bekämpfungsmaßnahmen im allgemeinen nur für das verseuchte Gebiet angeordnet werden.

In besonders gefährlichen Fällen kann das Betreten eines verseuchten Platzes untersagt werden.

Nach der schon wiederholt angeführten englischen Verordnung über den Koloradokäfer darf niemand anders als der Inhaber eines Stückes Land, das ein „verseuchter Platz" ist oder zu einem solchen gehört, oder seine Dienstleute oder Vertreter den verseuchten Platz ohne Genehmigung eines Inspektors betreten; der Inhaber eines solchen Stückes Land hat alle angemessenen Schritte zu tun, um den Zutritt von Unbefugten zu verhindern. Noch weiter geht die erwähnte Verordnung zur Bekämpfung der Reblaus in Deutschland; sie bestimmt, daß jeder Reblausherd einzuzäunen, sein Betreten zu verbieten und das Verbot des Betretens durch Warnungstafeln kenntlich zu machen ist. Andererseits kann der Oberleiter der Reblausbekämpfungsarbeiten, wenn es sich nicht um Blattverseuchungen handelt, Ausnahmen von dem Verbot des Betretens unter den Bedingungen einer vollständigen Reinigung der Kleidung und einer genügenden Entseuchung des Schuhwerkes und der Gerätschaften zulassen.

Daß von verseuchten Plätzen, deren Betreten verboten bzw. nur bestimmten Personen gestattet ist, nichts fortgeschafft werden darf, erscheint naheliegend. In beiden Verordnungen wird noch ausdrücklich darauf hingewiesen.

Die englische Verordnung bestimmt, daß niemand ohne Genehmigung eines Inspektors Kartoffelpflanzen, -stengel oder -knollen oder Tomatenpflanzen oder Tomaten von einem verseuchten Platz wegschaffen oder ihre Wegschaffung veranlassen oder erlauben darf, und daß der Inhaber jedes Stückes Land innerhalb eines verseuchten Platzes alle angemessenen Schritte zu tun hat, um eine Wegschaffung zu verhindern. Nach der Verordnung für die Bekämpfung der Reblaus in Deutschland dürfen aus Reblausherden Reben und Rebteile, andere Pflanzen oder Pflanzenteile, Rebbänder, Dünger, Kompost und Bodenbestandteile nicht entfernt werden. Dagegen darf die Entfernung von Weinbaugeräten und Rebpfählen unter der Bedingung einer genügenden Entseuchung gestattet werden.

Kann auf ein Verbot, den verseuchten Platz zu betreten, verzichtet werden, wie es in der Mehrzahl der Fälle zutrifft, so bilden Beschränkungen der eben geschilderten Art den wesentlichsten Inhalt der meisten Absperrvorschriften im engeren Sinne. Auch dann kann es untersagt werden, irgend etwas von dem verseuchten Platz zu entfernen.

Nach § 2 der dänischen Bekanntmachung über die Bekämpfung des Kartoffelnematoden vom 5. 11. 1931[2]) ist es verboten, aus den verseuchten Gärten Pflanzen oder Pflanzenteile mit anhaftender Erde fortzuschaffen, desgleichen Obstbäume, andere Bäume, Büsche, Stauden,

[1]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen 5, 1933, 190.
[2]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen 4, 1932, 94.

Wurzel-, Zwiebel- oder Knollengemüse, ebenso Gewächse zum Umpflanzen und Topfgewächse usw. Ferner ist es verboten, Abfälle und Kompost sowie auch Dünger wegzuschaffen.

Häufig wird aber auch auf ein solches allgemeines Verbot, irgend etwas von verseuchten Flächen zu entfernen, verzichtet und lediglich die auf diesen gemachte Ernte gewissen Beschränkungen unterworfen.

Nach der preußischen Polizeiverordnung zur Bekämpfung des Kartoffelkrebses vom 27. 8. 1924[1]) dürfen auf einem verseuchten Feld geerntete Kartoffeln nicht als Pflanzkartoffeln verwendet und nur in gekochtem oder gedämpftem Zustand verfüttert werden. Ganz ähnlich ist nach der thüringischen Verordnung zur Bekämpfung des Kartoffelnematoden vom 22. 9. 1930[2]) mit Kartoffeln zu verfahren, die auf nematodenverseuchten oder -gefährdeten Grundstücken geerntet sind.

Wird wie im letzteren Falle die Ernte von verseuchten und gefährdeten Flächen den gleichen Verwendungsbeschränkungen unterworfen, so wird das meist auch für alle weiteren Beschränkungen zutreffen.

Nach der erwähnten Verordnung zur Bekämpfung der Reblaus in Deutschland ist für verseuchte Gemeinden im Weinbaugebiet die Ausfuhr von Reben, Rebteilen, natürlichem Dünger, Kompost und Bodenbestandteilen verboten. Die thüringische Verordnung verbietet die Ausfuhr von Kartoffeln aus Gemeinden, in denen der Kartoffelnematode festgestellt ist. Frankreich hat die Versendung oder das Herausbringen von Kartoffeln oder anderen Pflanzen, die vom Kartoffelkäfer befallen werden, aus den Seuchengebieten und den Schutzzonen verboten.

Es kann aber auch ein Unterschied zwischen den Beschränkungen gemacht werden, denen verseuchte und nichtverseuchte Flächen unterworfen werden, auch wenn diese zu einem Befallsbezirk in dem oben angedeuteten Sinne zusammengefaßt werden.

Nach der Verordnung des polnischen Landwirtschaftsministers über die Bekämpfung des Kartoffelkrebses vom 9. 2. 1928[3]) können in Einzelfällen aus Befallsgebieten Kartoffeln, die aus nichtverseuchten oder bedrohten Grundstücken stammen, unter bestimmten Voraussetzungen herausgebracht werden.

Andererseits können die in dieser Verordnung angedeuteten Ausnahmemöglichkeiten auch für verseuchte und nichtverseuchte Flächen in gleicher Weise zugelassen werden.

Nach § 6 der schwedischen Bestimmungen über die Bekämpfung von Nematoden an Kartoffeln vom 17. 6. 1932[4]) dürfen andere Wurzelfrüchte als Kartoffeln sowie Lauch u. dgl., die auf einem für nematodenbefallen erklärten Gebiet geerntet worden sind, aus dem Gebiet ausgeführt werden, wenn sie vorher durch Abwaschen in Wasser von anhaftender Erde befreit worden sind, wobei darauf zu achten ist, daß das Wasser nicht auf bebauter oder anbaufähiger Erde oder auf Kompost außerhalb des Gebietes ausgegossen wird.

Schließlich kann auch der Versand von Pflanzen und Pflanzenteilen ganz allgemein ohne Rücksicht auf bestimmte Seuchenherde untersagt bzw. von bestimmten Voraussetzungen abhängig gemacht werden.

Nach dem deutschen Gesetz betr. die Bekämpfung der Reblaus vom 6. 7. 1904[5]) ist es verboten, bewurzelte Reben oder Blindreben über die Grenzen eines Weinbaubezirks zu ver-

---

[1]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **1**, 1924, 9.
[2]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **3**, 1931, 78.
[3]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **2**, 1928, 77.
[4]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **5**, 1933, 19.
[5]) Reichsgesetzblatt 1904, 261.

senden, ein- oder auszuführen. Ausnahmen können für Blindreben und im Verkehr zwischen benachbarten Weinbaubezirken zugunsten einer Person, welche in beiden Bezirken Rebpflanzungen besitzt, auch für Wurzelreben zugelassen werden. Nach Artikel 5 des italienischen Gesetzes über den Schutz der Kulturpflanzen gegen Krankheiten und Feinde vom 3. 1. 1929[1]) dürfen Pflanzen, Pflanzenteile und Samen, die als Saatgut bestimmt sind, im Bereich des Königreiches nur versandt werden, wenn sie aus Pflanzschulen, Gärtnereibetrieben, Anlagen für Auslese und Zubereitung von Saatgut oder Pflanzen- und Samenhandlungen stammen, denen eine besondere Genehmigung erteilt ist.

Die Verhütung der Verschleppung von Schädlingen aus verseuchten Gebieten in noch nicht verseuchte kann also durch Vorschriften der verschiedensten Art angestrebt werden. Welche Form im einzelnen Fall zu wählen ist, muß sich nach den Besonderheiten des Schädlings und den durch diese bedingten Möglichkeiten seiner Verschleppung richten, es sei denn, daß allgemeine Versandverbote oder -beschränkungen der erwähnten Art erlassen werden. Die überragende Bedeutung biologischer Gesichtspunkte für die Einführung von Quarantänevorschriften wird hier demnach erneut offenbar.

Versandbeschränkungen allein reichen aber, wie betont worden ist, nicht aus. Vielmehr müssen gleichzeitig Anordnungen erlassen werden, die eine nachdrückliche Bekämpfung des Schädlings mit dem Ziele seiner Ausrottung gewährleisten. Letztere wird freilich in vielen Fällen sich als unmöglich erweisen, so daß man sich damit begnügen müssen wird, durch entsprechende Maßnahmen die Verseuchung auf dem geringsten zu erreichenden Grad zu halten. Wie das im einzelnen zu geschehen hat, ob durch Entseuchungsmaßnahmen, durch Anbauverbote oder -beschränkungen in Form einer vorgeschriebenen Fruchtfolge oder durch andere Vorkehrungen, ist an anderen Stellen dieses Handbuchs ausführlich erörtert.

(Abgeschlossen Februar 1936.)

II. Die Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten und -schädlinge

A. Physikalische Bekämpfungsmaßnahmen

Von Oberregierungsrat Dr. Walther Trappmann, Berlin-Dahlem

Auch für den Pflanzenarzt ist die Hygiene die Grundlage und die Voraussetzung für die Gesunderhaltung seiner Pfleglinge. Trotzdem muß er technische Bekämpfungsmaßnahmen durchführen oder zu chemischen Bekämpfungsmitteln greifen, weil auch bei noch so gewissenhafter Beachtung aller hygienischen Vorschriften doch Schädlings- oder Krankheitsbefall eintreten kann und weil Unwissenheit oder Gleichgültigkeit des Praktikers, oft aber auch unabänderliche örtliche Verhältnisse das Auftreten von Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschädlingen begünstigen und veranlassen.

Zwei Arten der technischen Bekämpfung kann man unterscheiden, eine die sich physikalischer Methoden bedient, und eine zweite, die die Verwendung chemisch wirkender Mittel zur Bekämpfung vorsieht. Während die Anwendung

---

[1]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **2**, 1929, 176.

der chemischen Mittel meist auf eine Vernichtung (Vergiftung) der Tiere abzielt, haben die physikalischen Bekämpfungsmaßnahmen teils prophylaktischen, teils therapeutischen Charakter. Vereinzelt können auch beide Arten in einem Bekämpfungsverfahren kombiniert werden (z. B. Fangvorrichtungen und Giftköder).

Bei der physikalisch-technischen Bekämpfung werden oft Verfahren angewendet und Maßnahmen durchgeführt, die auch als „Kulturmaßnahmen" beim Anbau unserer Nutzpflanzen Anwendung finden. Die Abgrenzung, wann diese Maßnahmen als „Kulturmaßnahmen" und wann als „Bekämpfungsmaßnahmen" anzusehen sind, ist oft nicht leicht zu ziehen, und es werden viele dieser Maßnahmen daher in diesem Handbuch sowohl hier wie dort Erwähnung finden müssen. Allgemein kann gesagt werden: Eine Maßnahme ist „Kulturmaßnahme", solange sie zur Kultur der Pflanze notwendig ist, um ihr die günstigsten Lebensbedingungen zu verschaffen, unter denen sie einem Schädlings- und Krankheitsbefall am besten widerstehen kann. Mit Bezug auf den Krankheitsbefall sind Kulturmaßnahmen also immer nur vorbeugend. Eine Maßnahme ist jedoch „Bekämpfungsmaßnahme", wenn sie zur Kultur der Pflanze nicht unbedingt erforderlich ist, sondern außerhalb der eigentlichen Kulturarbeiten in Erwartung des Schädlings durchgeführt oder zur Vernichtung des bereits aufgetretenen Schädlings erforderlich wird. Pflügen, Walzen, Wässern, Düngen sind im Rahmen des Pflanzenbaues Kulturmaßnahmen, sie werden aber zu Bekämpfungsmaßnahmen, wenn es z. B. gilt, durch Pflügen Bodenschädlinge zu vernichten, durch Walzen *Tipula*-Larven zu zerdrücken, durch Überfluten und längeres Unterwassersetzen Reblausherde zu ersticken oder durch starke, für die Kultur an sich unnötige, oft viel zu kräftige Kaligaben den Drahtwurm in die Tiefe zu treiben und damit von den Pflanzen fernzuhalten. Wie schwierig die Trennung ist, zeigt folgende Überlegung: die zu einer für das Wachstum einer Pflanze günstigsten Zeit durchgeführte Aussaat ist eine Kulturmaßnahme; wird mit Rücksicht auf einen Schädling (z. B. Rübenblattwanze) diese günstigste Aussaatzeit „geopfert" und die Aussaat auf einen für die Pflanze bereits sehr ungünstigen Zeitpunkt verschoben, so erhält diese Regelung schon mehr den Charakter einer vorbeugenden Bekämpfungsmaßnahme. Daß diese Trennung immer nur willkürlich ist und sich stets darnach richtet, ob man die Frage vom Standpunkt der Pflanze oder des Schädlings betrachtet, ist selbstverständlich, denn jede für das Gedeihen (die „Kultur") einer Pflanze erforderliche Bekämpfungsmaßnahme kann letzten Endes als „Kulturmaßnahme" angesehen werden, wie auch jede auf Gesunderhaltung einer Pflanze und damit zur Abwehr gegen Schädlinge gerichtete Kulturmaßnahme schon als vorbeugende „Bekämpfungsmaßnahme" angesehen werden kann.

Auch zwischen den physikalischen Maßnahmen und der Verwendung der chemischen Mittel ist ein grundsätzlicher Unterschied nicht immer möglich, rechnen wir doch schon bestimmte (z. B. erstickende oder Wasser entziehende) Stoffe, bei denen rein physikalische Vorgänge den Tod der Tiere herbeiführen, zu den chemischen Mitteln, nur weil sie in ihrer Anwendungsweise diesen gleichen.

Wenn in den folgenden Abschnitten eine Zusammenstellung dieser physikalischen Bekämpfungsmaßnahmen gegeben wird, so kann diese, an Beispielen gezeigt, nur eine Übersicht über die Art solcher Bekämpfungsmaßnahmen gewähren, die — auch hinsichtlich der Literaturzitierung — keinen Anspruch auf irgendwelche Vollständigkeit erheben kann.

Eine erste, große Zusammenstellung der Bekämpfungsmaßnahmen unter Anführen einer Fülle von Einzelheiten und Literatur bringt Hollrung[1]), auf den ich besonders verweisen möchte. Auch in späteren Zusammenstellungen und größeren Abhandlungen haben die technischen Bekämpfungsmaßnahmen und physikalischen und chemischen Bekämpfungsmittel zum Teil eingehende Beachtung gefunden. Da eine Zitierung dieser Zusammenstellungen

[1]) Hollrung, M., Die Mittel zur Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten. 3. Aufl. Berlin 1923.

in jedem Falle nicht möglich ist, sei hier allgemein auf diese zusammenfassenden Darstellungen hingewiesen.[1])

Für die folgende Zusammenstellung der einzelnen physikalisch-technischen Bekämpfungsmaßnahmen liegt nachstehende Gruppeneinteilung zugrunde:

a) Mechanische Druckmaßnahmen
b) Maßnahmen der Fernhaltung
   1. Fernhaltung durch Gitter als Schranken
   2. Fernhaltung durch Leimflächen als Schranken
   3. Fernhaltung durch Anbringen sonstiger Hindernisse
   4. Fernhaltung durch Abschreckung
   5. Fernhaltung von Witterungsschäden
c) Fangmaßnahmen durch Einsammeln
d) Fangmaßnahmen durch Anlockung
   1. Ausnutzung des Schutzbedürfnisses
   2. Ausnutzung des Wandertriebes
   3. Ausnutzung des Lichttriebes
   4. Ausnutzung des Bruttriebes
   5. Ausnutzung des Nahrungstriebes
e) Anwendung von Wärme und Kälte
f) Anwendung von Elektrizität und Strahlen

a) Mechanische Druckmaßnahmen

Die einfachsten physikalischen Bekämpfungsmaßnahmen beruhen auf Druckwirkung. Schädlinge mit den Fingern zu zerdrücken oder mit dem Fuß zu zertreten, dürfte die älteste und primitivste Bekämpfungsart darstellen. Sie wird heute noch zur Vernichtung von Blattläusen, Blutlauskolonien, Eigelegen und Raupen oder sonstigen leicht ablesbaren Schädlingen ausgeübt. Wenn sie auch oft nur für den Kleingarten oder für Einzelpflanzen (Gewächs- und Zimmerpflanzen) in Frage kommt, so kann sie doch — billige Arbeitskräfte vorausgesetzt — selbst in Feldkulturen von Bedeutung sein. So werden Heuschreckenschwärme (Hüpfer) von Eingeborenen im Spiral- oder Kesseltreiben zusammengetrieben und mit Sträuchern oder Reisig erschlagen oder mit den Füßen zertreten. Eine Bekämpfung des Kohlweißlings z. B. läßt sich einfacher durchführen, wenn die Eigelege des Falters von Schulkindern oder sonstigen billigen Arbeitskräften aufgesucht und zerdrückt werden, als wenn später die über die Kohlpflanzen verteilten Raupen abgelesen oder mit chemischen Mitteln an den schwer benetzbaren Pflanzen bekämpft werden müssen. Baumschulen werden von einzeln auftretenden Blutlausherden freigehalten, wenn die Baumschularbeiter von Zeit zu Zeit die Bestände durchsehen und mit eingefettetem Daumen jede gefundene Kolonie zerdrücken. Auf Druckwirkung beruht auch das Abbürsten und Abkratzen von Obstbäumen, Rebstöcken usw. zur Entfernung von Moosen und Flechten und zur Abtötung der dort lebenden oder überwinternden Schädlinge

[1]) Bourcart, E., Les Maladies des Plantes. Paris 1910. Engl. Übersetzung: Insecticides, fungicides and weedkillers. London 1913; Wardle, A., and Buckle, Ph., The principles of insect control. Manchester 1923; Trappmann, W., Schädlingsbekämpfung, Grundlagen und Methoden im Pflanzenschutz. Hirzel, Leipzig 1927; Martin, H., The scientific principles of plant protection. London 1928; Friedrichs, K., Die Grundfragen und Gesetzmäßigkeiten der land- und forstwirtschaftlichen Zoologie. Berlin 1930.

(Schildläuse, Eier von Spinnmilben, Raupen, Puppen und Imagines). Es ist versucht worden, zur Abtötung solcher Schädlinge an Obstbäumen auch Sandstrahlgebläse zu verwenden, doch muß man hier Friedrichs[1]) beipflichten, wenn er meint, daß jede Mechanisierung solcher Druckmaßnahmen zu leicht einem Spatzenschießen mit Kanonen gleichkommt.

Zu den Druckmaßnahmen gehört ferner die Verwendung von Walzen, Ruteneggen (sparriges, zwischen zwei Querbalken gehaltenes und mit einer Egge belastetes Astwerk) oder nach Art der Straßenkehrmaschinen fahrbare Insektenbürsten (nach Hollrung in Ungarn zu zehn Bürsten in einem Verbande nach Art gleichzeitig arbeitender Drillmaschinen gegen Heuschrecken benutzt), die, auf festem Untergrund (Weideland, Steppen) angewandt, zur Vernichtung von Erdraupen, *Tipula*-Larven, Heuschreckenlarven usw. dienen sollen. Eine eigenartige, auf Druckwirkung beruhende Einstichmaschine wird in Holland zur *Tipula*-Bekämpfung verwandt, andere Einstichmaschinen dienen zur Vernichtung von Wühlmaus und Maulwurf (vgl. Fallen). Der Eintrieb von Schafen und Rindern kommt dem Walzen gleich, da die starken Klauenränder der Tiere die Schädlinge zerquetschen. Auch in Deutschland ist der Schafeintrieb zur Bekämpfung der *Tipula* oft empfohlen worden, es hat sich aber gezeigt, daß das Verfahren, wie auch das Walzen, wegen des starken Druckwiderstandes der *Tipula*-Larven, besonders auf weichem, elastischem Boden, oft keinen durchgreifenden Erfolg hat. Trotzdem hat sich in Anatolien das Eintreiben von Viehherden zur Bekämpfung von Heuschreckenschwärmen als billiges, von Tageszeit und Witterung unabhängiges Bekämpfungsmittel bewährt. — Zur Bekämpfung des Maiszünßlers läßt man die Maisstengel zwischen zwei Walzen durchlaufen, die die in den Stengeln befindlichen Raupen zerquetschen.

Ein Zerdrücken findet endlich auch statt, wenn mit Hilfe spitzer, oft noch mit Widerhaken versehener Drähte in Bohrgängen sitzende lebende größere Insektenlarven getötet werden. Die Methode findet in Deutschland zur Bekämpfung der Raupen des Weidenbohrers *(Cossus cossus L.)* oder des Blausiebs *(Zeuzera pyrina L.)*, in den Tropen zur Vernichtung der in den Kronen der Palmen eingebohrten Nashornkäferengerlinge[2]) Anwendung. Bis zur Entdeckung des Paradichlorbenzols als Bekämpfungsmittel war das sog. „Worming"-Verfahren[3]), d. h. das Auskratzen und Abtöten der in Bäumen minierenden Raupen mit einem Messer oder spitzen Draht — trotz seiner Mühseligkeit — das beste und allgemein angewandte Mittel, um Obstbäume von Raupen des Pfirsichbohrers frei zu halten.

In Gewächshauskulturen und auch im Freiland wird als Druckmaßnahme häufig das Abspritzen von Blattläusen oder von Raupen mit scharfem Wasserstrahl geübt und empfohlen[4]); an einzeln stehenden Pflanzen oder an Topf-

[1]) Friedrichs, K., s. S. 285 [1]).

[2]) Friedrichs, K., Studien über Nashornkäfer als Schädlinge der Kokospalmen. Monographien zur angew. Entomol. Nr. 4, 1919, 36.

[3]) Peterson, A., Paradichlorbenzene for controlling the Peach-Tree borer. New Jersey Agric. Stat. Circ. **156**, 1923.

[4]) Weigel, C. A., and Sasscer, E. R., Insect injurious to ornamental greenhouse plants. U. S. Dept. Agric., Farmers' Bull. **1363**; Daniel, E. J., Mealy-bugs on house-plants. The Quarterly Bull. Agric. Exper. Stat. Michigan **6**, 1923, 69—71.

pflanzen läßt sich dadurch eine Reinigung erreichen, bei dichten Beständen (z. B. mit Blutlaus verseuchten, dicht stehenden Apfelquartieren) kann das Abspritzen häufig eher zu einer künstlichen Ausbreitung als zu einer Beseitigung des Schädlingsbefalles führen.

Zu den Druckmaßnahmen gehören endlich noch Sprengung und Abschuß. Zwar dient das Romperit-Sprengverfahren mehr zur Bodenlockerung und zur Entfernung von Baumstubben als zur Bekämpfung von Bodenschädlingen, doch finden Sprengladungen, oft zusammengekoppelt mit Schwefelkohlenstoff enthaltenden Behältern, zur Vernichtung von Hamster- und Termitenbauten Verwendung. Der Abschuß ist zur Bekämpfung der Spatzen, Krähen und sonstigen Schaden anrichtenden Vögeln das beste Abwehrmittel. Zum Abschuß ist in Deutschland berechtigt bei jagdbaren Tieren[1]) nur der Jagdberechtigte, bei nichtjagdbaren Tieren oder geschützten Tieren derjenige, der die polizeiliche Erlaubnis zum Führen einer Schußwaffe besitzt; der Abschuß ist in diesem Falle auch nur auf eigenem Boden möglich.

Der Abschuß kann auch automatisch durch Verwendung geeigneter Selbstschußapparate ausgelöst werden, wie man sie in den Kolonien zur Vernichtung von Raubwild aller Art, in Deutschland gegen kleines Raubzeug, insbesondere aber gegen Wühlmäuse und Maulwürfe verwendet. Die Apparate werden gegen Wühlmäuse in die befahrenen geöffneten Gänge nach beiden Richtungen eingesetzt, so daß sie sich, wenn die Wühlmaus vorstößt, mit Hilfe der Selbstauslösevorrichtung entladen und die Wühlmaus sofort töten. — Als Druckmaßnahmen wirken auch viele der später angeführten Fallen.

Ein eigenartiges, mechanisch auf die Darmwände einwirkendes Verfahren ist das Verfüttern von gestoßenem Glas in Lockspeisen an Nagetiere. Vorbedingung ist, daß der Köder breiig ist und die Glassplitter nicht zu groß (sonst keine Aufnahme) und nicht zu klein (sonst keine Schädigung) sind. Nach Versuchen von R. Schander und G. Götze[2]) verursachte ein Kartoffelbrei, der mit 5—10% Glasgritt versetzt war, an Ratten schwere Darmentzündungen, an denen die Tiere im Verlauf von drei Tagen bis mehreren Wochen eingingen. Ein nach dem gleichen Prinzip wirkendes, in seiner Wirkungsweise noch furchtbareres Verfahren ist die Verwendung einer patentamtlich geschützten Nadel[3]) zur Vernichtung von Ratten: eine aus Federdraht bestehende Nadel ist in gespanntem Zustand in eine wasserlösliche Kapsel eingeschlossen und wird mit Köder ausgelegt. Nach Aufnahme durch die Tiere löst sich die Kapsel im Magensaft auf, der Federdraht schnellt auseinander und die spitzen Enden der Nadel dringen in Magen- und Darmwände ein und verursachen innere Verletzungen, an denen die Tiere unter Qualen langsam verenden.

---

[1]) Die Frage der Verhütung von Wildschäden auf Grund des Reichsjagdgesetzes vom 3. Juli 1934 behandelt G. Fichtner, s. 288 [1]).

[2]) Schander, R., und Götze, G., Über Ratten und Rattenbekämpfung. Zbl. f. Bakt. II. Abtlg., **81**, 260—284, 335—367, 481—501.

[3]) Deutsches Reichspatent 549 771 vom 15. Oktober 1930 (erteilt am 14. April 1932).

b) Maßnahmen der Fernhaltung

Die zweite Gruppe der physikalischen Bekämpfungsmaßnahmen erstrebt die Fernhaltung der Schädlinge von den Kulturpflanzen oder ihren Erzeugnissen. Die Fernhaltung kann man durch Verwendung von Schranken verschiedenster Art oder von Vorrichtungen, die auf eine Abschreckung der Schädlinge hinzielen, erreichen.

1. Fernhaltung durch Gitter als Schranken.

Durch Zäune, Mauern, dichte Einfriedigungen (Hecken) oder Schutzgitter werden Pflanzungen oder auch Einzelpflanzen (Obstbäume) vor Weidevieh oder Wild[1]) geschützt. Je nach Art des abzuhaltenden Tieres ist Art und Anbringung der Gitter verschieden.

Drahtgeflechtzäune, die gegen Rehe und wilde Kaninchen sichern sollen, müssen nach Forderung der sächsischen Fachkammer für Gartenbau[2]) 1,30 m hoch über der Erde und 20 cm tief in die Erde angelegt sein und eine Maschenweite oben von 60 mm, unten von 40 mm zeigen; gegen Rehe allein soll ein Drahtgeflechtzaun von 1,50 m Höhe oder 1,30 m Höhe und zwei Stacheldrähte in je 15 cm Entfernung darüber ausreichend sein. — Unterirdisch wühlende Nagetiere können durch eingegrabene Drahtgitter oder Zinkblecheinfriedigungen abgehalten werden. So soll ein gegen Wühlmäuse[3]) geeignetes engmaschiges Drahtgeflecht 60—80 cm tief in den Boden und 30 cm hoch über die Erdoberfläche reichen. Nach Müller-Böhme[4]) soll allerdings massives Zinkblech von der Wühlmaus durchnagt und selbst meterhoher Maschendraht ohne Schwierigkeit überklettert und auch unterwühlt werden, wenn er nicht mindestens 70 cm tief eingegraben ist. Besonders wertvolles Spalier- und Zwergobst kann man jedoch nach Sachtleben[5]) vor der Wühlmaus schützen, indem Drahtgitter von etwa 15 mm Maschenweite in Form eines Kegels jedem Einzelbaum um die Wurzel gelegt und durch eine ebenfalls aus Drahtgitter bestehende Scheibe nach unten abgeschlossen und oben so um den Stamm gelegt werden, daß an keiner Stelle ein Eindringen der Mäuse möglich ist. Wenn die Kosten eines solchen Gitters auch hoch sind und durch seine Anbringung das Behacken der Baumscheiben erschwert wird, so bietet eine solche Drahtumhüllung doch nach Sachtleben und Müller-Böhme einen unbedingten Schutz vor der Wühlmaus.

Getreidemieten und -schober schützte R. Pensa[6]) gegen Ratten und Mäuse durch Umziehen mit einem engmaschigen Draht, dessen oberen Rand er in etwa 0,5 m Breite nach außen umlegte, so daß die Ratten nicht hinüberklettern konnten; da der Draht fünf Jahre hielt, war das Verfahren sehr billig.

---

[1]) Bergknecht, F., Schutz gegen Wildverbiß II. Wirtschaftl. Aufstellung von Gattern. Forstarchiv H. **23**, 1928, 444—449; Fichtner, G., Wildkaninchen und Hase als Schädlinge der Nutzpflanzen. Die kranke Pflanze **13**, 1936, 23—29, 43—48, 69—75, 92—98.

[2]) Gartenbau und Gartenrecht. Schutz gegen Wildschaden. Sächs. Gärtnerblatt **11**, 1931, 4.

[3]) Baunacke, Was tun wir gegen die Wühlratte? Ztschr. f. Obst-, Wein- und Gartenbau **60**, 1934, 53.

[4]) Müller-Böhme, H., Die große Wühlmaus. Flugblatt 98 der Biologischen Reichsanstalt (3. Aufl. 1936).

[5]) Sachtleben, H., Die Bekämpfung der Wühlmaus. Flugblatt 98 der Biol. Reichsanstalt (2. Aufl. 1933).

[6]) Pensa, R., Une protection des meules contre les rongeurs. Journal d'Agriculture practique **96**, 1931, 354—355.

(Fortsetzung von der 2. Umschlagseite)

Dies veranlaßte mich schon vor Jahren zu dem Entschluß, das „Handbuch" um einen Band zu erweitern, der alle diese Belange in einer übersichtlichen Darstellung behandelt. Der Inhalt eines solchen Bandes muß neben der wirtschaftlichen Bedeutung des Pflanzenschutzes zunächst eine ausführliche Darlegung seiner Aufgaben bringen, die einerseits die Verhütung des Auftretens von Pflanzenkrankheiten und -schädlingen (Hygiene) und andererseits ihre Bekämpfung (Therapie) umfassen. Unter Hygiene fallen die Kultur-, Entseuchungs- und Absperrmaßnahmen, während die Therapie die physikalischen, chemischen und biologischen Methoden der Bekämpfung umfaßt. Dabei sind besonders auch die Methoden zu ihrer Prüfung und der daraus folgenden Kontrolle der Mittel in chemischer und biologischer Wirkung behandelt. Aber auch die technischen Hilfsmittel, wie die verschiedenartigsten Apparate, bedurften einer einheitlichen Bearbeitung. Ein weiterer Teil umfaßt die Bewertung des Saat- und Pflanzgutes, wie er in der Saaten- und Pflanzgutanerkennung, der Samenkontrolle und der Feststellung von Sortenechtheit und -reinheit zum Ausdruck kommt. Auch die Fragen der Züchtung immuner Sorten sowie die biologische Bekämpfung mußten berücksichtigt werden.

Ferner mußte der Pflanzenschutzdienst, der inzwischen in einer ganzen Reihe von Staaten eingerichtet ist, in seinen Aufgaben und Einrichtungen grundlegend dargestellt werden, wie auch ein Überblick über die Pflanzenschutzgesetzgebung geschaffen werden mußte.

Endlich soll dieser Band auch einen zuverlässigen Führer durch die grundlegende Literatur geben.

Schon aus diesem Überblick ist ersichtlich, ein wie umfangreiches Material bearbeitet werden mußte. Dies ist auch der Grund, daß das Erscheinen dieses Bandes länger, als ich selbst gewünscht habe, auf sich warten ließ.

Daß eine solche Darstellung, wenn sie den Charakter einer monographischen Bearbeitung tragen soll, nicht von einem Einzelnen, sondern von einer ganzen Anzahl von Spezialisten erfolgen muß, ist in der heutigen Zeit selbstverständlich. Eine solche Zusammenarbeit bringt aber auch allerlei Schwierigkeiten mit sich, um so mehr, als sich die einzelnen Abschnitte überschneiden und es nicht immer vermieden werden konnte, daß einzelne Fragen von verschiedenen Gesichtspunkten aus behandelt worden sind.

Auch ist bei der noch stark im Fluß befindlichen Materie es nicht zu vermeiden gewesen, daß manche Kapitel mehr lehrbuchmäßig dargestellt sind. Das hat aber andererseits den Vorteil, daß dadurch die noch bestehenden Lücken in unserem Wissen deutlicher hervortreten.

Wie schon bei den vorhergehenden von mir herausgegebenen Bänden, so habe ich auch diesmal wieder Herrn Oberregierungsrat Dr. Stapp ganz besonders zu danken für seine viel Mühe erheischende Mitarbeit bei der Herausgabe. Auch der Verlagsbuchhandlung bin ich zu großem Dank verpflichtet für das verständnisvolle Eingehen auf die sich während der Ausarbeitung ergebenden Wünsche und die damit verbundene Verzögerung der Fertigstellung der Handschrift. Endlich danke ich auch allen Bearbeitern der einzelnen Abschnitte für ihre Mitarbeit; ihre Namen finden sich auf dem Titelblatt und über jedem einzelnen der von ihnen bearbeiteten Abschnitte.

Wenn ich nun diesen neuen Band all' denen vorlege, die davon Nutzen haben sollen, so bin ich mir wohl bewußt, daß ihm vielleicht noch allerlei Mängel anhaften werden. Das ist selbstverständlich, da es sich um einen ersten Versuch handelt, ein verhältnismäßig junges Gebiet in einem Handbuch zusammenzufassen. Dankbar wäre ich jedem, der Verbesserungsvorschläge hat, wenn er mir dieselben mitteilte, damit ich sie in einer neuen Auflage, die ich noch zu erleben hoffe, berücksichtigen kann. Mein höchster Wunsch ist es aber, daß auch dieser Band Nutzen stiftet und allen denen, die im Pflanzenschutz tätig sind oder sich ihm zuwenden, ein wertvolles Hilfsmittel ist, zu dem sie gern greifen.

Berlin-Zehlendorf, im November 1936. Dr. Otto Appel.

Auszug aus dem Inhalt des vollständigen sechsten Bandes

Erster Abschnitt: Die wirtschaftliche Bedeutung des Pflanzenschutzes.

Zweiter Abschnitt: Die Aufgaben des Pflanzenschutzes.

I. Die Verhütung des Auftretens von Pflanzenkrankheiten und -schädlingen (Hygiene).

II. Die Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten und -schädlinge (Therapie). Physikalische Maßnahmen; chemische Maßnahmen, deren Mittel, einschließlich ihrer Kontrolle und der Methoden ihrer Prüfung; biologische Bekämpfungsmaßnahmen.

Dritter Abschnitt: Die technischen Mittel des Pflanzenschutzes, Beizapparate, Spritzapparate, Verstäubeapparate, sonstige Geräte.

Vierter Abschnitt: Die Bewertung des Saat- und Pflanzgutes.

Fünfter Abschnitt: Die Züchtung immuner Sorten.

Sechster Abschnitt: Der Pflanzenschutzdienst.

Siebenter Abschnitt: Die Pflanzenschutzgesetzgebung.

Achter Abschnitt: Die Pflanzenschutzliteratur.

Copyright 1936 by Paul Parey, Berlin. Printed in Germany.